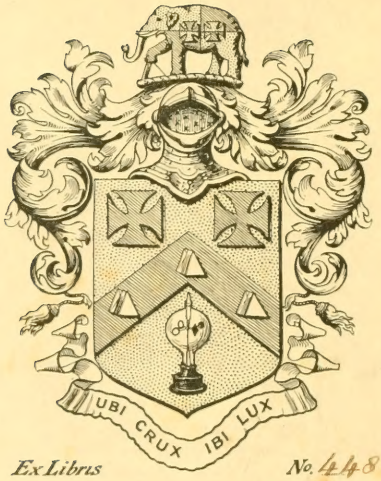


Ex Libris *No. 448*

SIR WILLIAM CROOKES, D.Sc., F.R.S.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

TOME SIXIÈME

REVUE GÉNÉRALE
DES SCIENCES
PURES ET APPLIQUÉES

PARAISSANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

DIRECTEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

TOME SIXIÈME

1895

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

PARIS

Georges CARRÉ, Éditeur

3, RUE RACINE, 3

1895

6e ANNÉE N° 1 15 JANVIER 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE MOUVEMENT BROWNIEN

ET LES MOUVEMENTS MOLÉCULAIRES [1]

Les questions scientifiques n'ont pas toujours le sort qu'elles méritent ; parfois elles restent longtemps méconnues, presque oubliées, mises en réserve pour l'avenir. Il en est ainsi trop souvent pour celles qui touchent à la limite de deux sciences, à ces domaines communs où chacun hésite à se hasarder. C'est de l'un de ces phénomènes, découvert par les savants voués à l'étude des êtres vivants, observé tous les jours par eux, et qui appartient pourtant aux sciences de la nature inanimée, que je vais vous entretenir aujourd'hui ; bien que peu important en apparence, il touche pourtant à l'une des questions les plus hautes de la philosophie naturelle.

I

Les premiers observateurs à qui il fut donné d'appliquer le microscope aux études d'histoire naturelle furent saisis de surprise en voyant régner partout le mouvement et la vie. Dans une goutte d'eau, ils virent se mouvoir en tous sens des êtres de formes nouvelles et singulières, et, à côté d'eux, s'agiter aussi et s'animer en quelque sorte les corps dépourvus de vitalité. Les particules innombrables, les mille détritus organiques ou minéraux qui se trouvent en suspension dans les eaux, se montrèrent eux-mêmes animés de mouvements singuliers, d'une agitation sur place qui simulait, à s'y méprendre, l'activité des êtres vivants. Ce phénomène fut aperçu d'une manière plus ou moins incomplète par les premiers observateurs, qui faisaient usage de la loupe ou de microscopes très imparfaits. Lorsque l'invention du microscope achromatique, en 1824, ouvrit un champ nouveau aux recherches, ces mouvements singuliers furent l'objet d'études plus approfondies. C'est au botaniste anglais Brown qu'appartient l'honneur d'avoir le premier, en 1827, fait une étude systématique de ce phénomène, qu'on désigne depuis cette époque sous le nom de mouvement brownien.

Ces publications ne passèrent pas inaperçues, et, dans les années suivantes, le mouvement brownien fut l'objet de recherches et d'observations assez nombreuses. Comme on pouvait s'y attendre, ce furent les naturalistes micrographes qui s'en préoccupèrent principalement. En effet, il n'est pas une seule observation faite sur les organismes vivant dans l'eau qui ne donne l'occasion de voir ce phénomène ; il y a toujours, en suspension dans le liquide, un grand nombre de particules d'origines diverses qui se montrent animées de cette agitation caractéristique. Ces observations, ainsi conduites, mirent en évidence quelques faits intéressants, mais, en somme, n'aboutirent pas à des conclusions suffisamment motivées. On ne saurait s'en étonner : ce phénomène, d'ordre physique,

[1] Discours prononcé à la séance de rentrée de l'Université de Lyon, le 3 novembre 1894.

ne peut guère être étudié avec fruit que par les méthodes propres à cette science, et ne peut être interprété qu'en le rapprochant des données acquises par d'autres expériences ; c'est donc aux physiciens qu'appartenait cette étude. Or ceux-ci paraissent avoir généralement méconnu ou ignoré le mouvement brownien ; on ne le trouve presque jamais mentionné dans les publications relatives à la Physique moléculaire ou à la Théorie mécanique de la Chaleur, bien qu'il s'y rattache de la manière la plus naturelle.

Cette indifférence s'explique en partie par ce fait que le mouvement brownien était inexplicable à l'époque où il fut découvert, et en dehors du courant d'idées qui dominait alors sur la structure et les propriétés générales de la matière. Les physiciens, ayant peu d'occasions de se livrer à des observations microscopiques avec de forts grossissements, condition indispensable pour cette étude, furent amenés à regarder ce phénomène comme dû à quelque cause accidentelle ou aux illusions du microscope, et comme peu digne de leur attention.

Les naturalistes qui étudièrent le mouvement brownien s'attachèrent surtout à un point de vue qui le rapproche des phénomènes de la vie, objet de leur science. Les êtres vivants que montre le microscope sont souvent caractérisés par leurs mouvements propres, dont l'existence, bien constatée, présente dès lors une grande importance. Mais si tous les corps de petites dimensions, en suspension dans l'eau, sont animés de mouvements divers, que devient ce caractère ? Comment distinguer les mouvements caractéristiques de la vie de ceux qui appartiennent à la nature inanimée ? C'est cette distinction qui a surtout occupé les micrographes, et, en effet, elle était fort nécessaire ; plus d'un observateur novice a pris le mouvement brownien pour une marque de la vitalité, et a cru voir des microbes là où il n'y avait que des granulations ou des particules dépourvues de vie propre, et souvent même des fragments de matières minérales ou organiques.

Un peu d'attention suffit en général pour distinguer les deux ordres de phénomènes. Les mouvements des êtres vivants, quelque rudimentaire que soit leur organisation, montrent une tendance déterminée vers un but, une direction propre, qui suffit à leur donner un caractère spécial. Le mouvement brownien, au contraire, paraît gouverné par le seul hasard ; c'est une suite de petites impulsions, orientées dans tous les sens indifféremment, une sorte de trépidation sur place qui, pour un observateur exercé, se distingue à première vue des mouvements propres aux êtres vivants.

Est-il nécessaire de dire que ce mouvement brownien ne peut, dès lors, être attribué à des êtres vivants, trop petits pour être visibles avec les plus puissants microscopes, qui, dans leur agitation incessante, mettraient en mouvement les particules visibles que nous observons ? Une pareille hypothèse est détruite par ce fait que le phénomène se produit dans des liquides où aucun être vivant ne saurait exister. Les substances les plus toxiques, les acides ou les alcalis les plus énergiques n'arrêtent nullement le mouvement brownien ; les températures élevées, qui détruisent toute vie, l'accélèrent au lieu de l'arrêter. C'est donc bien un mouvement propre à la nature inorganique ; découvert par les naturalistes, il rentre dans le domaine des sciences physiques. Il convient, avant de rechercher les causes qui peuvent le produire, de nous faire une idée plus complète des diverses circonstances du phénomène, et de l'étudier dans ses traits essentiels.

Cette étude ne présente pas de difficultés bien sérieuses ; un microscope de puissance moyenne suffit pour l'entreprendre, bien que certains détails intéressants ne puissent être distingués qu'avec les meilleurs instruments que produit aujourd'hui l'art de l'opticien. Une goutte d'eau tenant en suspension quelque poussière de nature quelconque, minérale ou organique, quelques lamelles de verre, tel est le matériel nécessaire. La technique micrographique nous fournit des moyens assez faciles d'éviter les courants liquides, l'évaporation, les causes perturbatrices qui compliqueraient le phénomène.

L'observateur voit avec admiration, s'il n'est pas depuis longtemps blasé sur l'intérêt de ce spectacle, que, dans le champ du microscope, tout est en mouvement. C'est l'agitation d'une fourmilière ; chaque particule en suspension dans le liquide, sans en excepter une seule, se meut infatigablement en tous sens, sans s'écarter beaucoup de sa position moyenne. Le mouvement est essentiellement irrégulier ; il semble qu'il résulte d'une succession rapide d'impulsions agissant en tous sens, et sans être assujetties à aucune loi. C'est une sorte de trépidation ou d'oscillation sur place, qui peut néanmoins, à la longue, produire des déplacements d'une certaine étendue, et faire cheminer les particules au sein du liquide qui les entoure. Si ces particules sont de forme allongée, ou présentent quelque point de repère sur leur surface, on reconnaît qu'elles tournent aussi sur elles-mêmes avec la même irrégularité apparente. Chaque particule se meut indépendamment de ses voisines ; mais, par une circonstance toute naturelle, l'aspect général du phénomène est surtout frappant lorsque ces particules sont très nombreuses. Bien qu'à chaque instant ces mouvements paraissent n'obéir à aucune loi, néanmoins le phénomène, pris dans son en-

semble, est d'une régularité évidente, et se retrouve toujours avec les mêmes caractères généraux et la même valeur moyenne de ces oscillations irrégulières. Il n'y a là aucune contradiction; bien d'autres phénomènes, gouvernés par le seul hasard, montrent, lorsqu'on les considère dans leur ensemble, cette régularité moyenne qui n'est pas détruite par les variations individuelles et résulte du grand nombre des cas observés.

Un coup d'œil suffit à montrer que la rapidité et l'amplitude du mouvement dépendent surtout de la grosseur des particules, et sont d'autant plus grandes que ces particules sont plus petites. Au-dessus de trois ou quatre millièmes de millimètre de diamètre, les oscillations sont rares et faibles; pour des dimensions quinze ou vingt fois plus petites, qui correspondent à la limite de puissance du microscope, l'agitation est, au contraire, extrêmement active et si rapide que l'œil ne peut suivre ces points mobiles, et ne les aperçoit que par instants. Cet accroissement si rapide des oscillations lorsque les dimensions des particules diminuent, est un des caractères les plus importants du mouvement brownien; il nous donne à penser que le phénomène prendrait un intérêt bien plus grand s'il était possible de le suivre plus loin, pour des dimensions encore plus réduites. Par malheur, nos microscopes actuels ne peuvent dépasser cette limite, et nous savons aujourd'hui que nos successeurs ne seront guère mieux pourvus : la nature de la lumière oppose un obstacle infranchissable aux progrès ultérieurs, et nous devons renoncer à l'espérance de voir un jour les phénomènes et les êtres que leur petitesse dérobe actuellement à nos yeux.

A part les variations qui résultent des différences de grandeur, les particules de diverses natures agissent à peu près de même, quels que soient leur substance, leur forme, leur état. On peut expérimenter avec des particules liquides, telles que des globules d'huile en suspension dans l'eau; celles-ci sont parfaitement rondes, et se comportent comme les particules solides de forme irrégulière. C'est là un point intéressant, qui nous montre que cette irrégularité de forme ne joue aucun rôle essentiel dans le mouvement brownien. On peut observer de même des bulles gazeuses en suspension dans l'eau; le phénomène se présente ici dans des circonstances particulières qui doivent nous arrêter un instant.

Certains minéraux possèdent, dans leur intérieur, des cavités entièrement fermées, contenant des liquides et notamment de l'eau plus ou moins pure. Ces cavités se rencontrent assez fréquemment dans les grains de quartz qui constituent l'un des éléments des roches granitiques; elles sont en général assez petites et très bien appropriées à l'examen au microscope, lorsque la roche a été réduite en lames minces. On rencontre fréquemment dans ces cavités une bulle gazeuse, en suspension dans l'eau. Cette bulle fort petite montre avec une netteté remarquable le mouvement brownien, avec ses caractères ordinaires.

Pas plus que la nature des particules en suspension, la nature du liquide qui les entoure n'intervient dans le phénomène. Un grand nombre d'expériences faites avec des liquides très divers et des solutions variées, ont mis ce fait en évidence. Ce résultat est en contradiction avec des observations anciennes, mais la contradiction n'est qu'apparente. Certaines substances dissoutes dans l'eau possèdent la propriété de faire précipiter ou déposer au fond du vase les particules en suspension dans le liquide. Ces particules, une fois déposées, adhèrent à la paroi, et leurs mouvements se trouvent ainsi arrêtés; mais il en reste toujours quelques-unes en suspension dans le liquide ; celles-là se montrent douées de leur activité habituelle.

Quelquefois les particules sont de telle nature que, même déposées sur une paroi solide, elles ne contractent avec elle aucune adhérence, et continuent à se mouvoir en roulant sur la paroi. Ce cas est important, car il montre que ce n'est pas la chute des particules à travers la masse liquide, chute lente, mais inévitable, qui est la cause du mouvement brownien.

Les liquides présentent cependant, au point de vue qui nous occupe, une différence suivant leur degré plus ou moins grand de fluidité. Les liquides très mobiles, tels que l'éther ou l'alcool, montrent le phénomène avec un peu plus d'intensité que l'eau; les liquides visqueux, tels que l'acide sulfurique ou la glycérine, montrent à peine quelque vestige du mouvement brownien. Ce fait, du reste, était à prévoir et serait assurément d'accord avec toutes les explications théoriques que l'on pourrait proposer.

Pour achever de nous faire une idée d'ensemble des caractères du mouvement brownien, il faudrait mesurer l'amplitude de ce mouvement. Puisque le phénomène est essentiellement irrégulier, il ne peut être question que de mesurer une valeur moyenne, en faisant un assez grand nombre d'observations. Pour des particules ayant un demi-millième de millimètre, la vitesse moyenne peut être évaluée à quelques millièmes de millimètre par seconde. C'est peu de chose en réalité, mais, grâce à l'énorme amplification du microscope, ces déplacements sont bien au-dessus de la limite des grandeurs perceptibles et mesurables.

II

Ainsi, les particules très petites en suspension dans un liquide se montrent toujours animées

d'un mouvement de trépidation caractéristique. A quelle cause convient-il de rapporter ce mouvement? Tel est le problème qui se pose maintenant pour nous. Remarquons d'abord que cette agitation dure indéfiniment. Des préparations bien closes peuvent être conservées plusieurs années, sans changement appréciable. Les cristaux de quartz contenant des cavités pleines de liquide ont été formés à une époque très reculée; depuis bien des siècles, rien n'a changé dans leur état et leur structure. Le phénomène dont nous avons à rendre compte est donc permanent; c'est là le caractère singulier et paradoxal qui constitue le principal intérêt du problème.

En effet, dans les phénomènes physiques, le mouvement tend sans cesse à se détruire par des causes diverses, frottements, résistances passives. Il ne peut subsister que s'il est entretenu par des causes extérieures. Un corps ou un assemblage de corps abandonné à lui-même finit toujours par arriver à un repos définitif. D'une manière plus générale, les modifications spontanées que subit un corps, quelles qu'elles soient, transformations physiques ou chimiques, ne peuvent se continuer indéfiniment; si le corps ne subit pas d'actions extérieures, il finit toujours par arriver à un état stable, état de repos et d'équilibre, qui demeure ensuite invariable.

Le mouvement brownien semble faire exception à cette loi générale : il persiste indéfiniment, sans cause extérieure visible. Cette exception est-elle réelle, ou seulement apparente ? N'est-il pas possible que certaines actions extérieures, qui échappent à l'observateur, produisent cette agitation incessante? Nous voyons dans la Nature bien d'autres mouvements, tout autrement considérables, qui ne s'arrêtent jamais : la surface des mers, l'atmosphère, sont sans cesse agitées ; nous connaissons les causes de leurs mouvements. Un examen plus approfondi ne nous montrerait-il pas de même quelque cause extérieure qui agite ainsi les particules en suspension dans l'eau, dans le champ du microscope? A la question ainsi posée, on ne peut répondre que par l'étude détaillée du phénomène, dans des conditions aussi variées que possible, en s'efforçant de réduire ou d'augmenter dans les limites les plus étendues les causes extérieures d'agitation, et examinant les effets produits.

La première idée qui se présente à l'esprit est d'attribuer le mouvement brownien aux mouvements du sol, qui interviennent dans beaucoup d'expériences de précision, et font le tourment des physiciens et des astronomes. Dans les observatoires, on fait usage d'un vase plein de mercure pour former une surface réfléchissant la lumière; ce serait le miroir le plus parfait, exactement plan et horizontal, si les frémissements de sa surface n'accusaient les moindres mouvements du sol, avec une sensibilité extrême; parfois, plusieurs heures se passent avant qu'on puisse en tirer parti et distinguer l'image réfléchie sur le mercure. Dans bien d'autres cas, des appareils tout différents montrent la même sensibilité et accusent par leurs déplacements irréguliers la mobilité de la surface du sol, qui paraît si stable à l'observation commune. Il ne s'agit pas, en général, de mouvements d'origine éloignée, véritables tremblements de terre en miniature, qui, sans être bien rares, ne sont pas assez fréquents pour gêner sensiblement les observations. Ces vibrations du sol sont dues le plus souvent à la répercussion des mille mouvements qui constituent la circulation d'une ville et son activité industrielle. C'est dire que leurs effets sont très variables suivant les temps et les lieux ; la nuit, en pleine campagne, on aura le plus souvent une stabilité à peu près parfaite. On peut y ajouter encore par des supports flexibles qui isolent les appareils du sol et amortissent les vibrations. Observons le mouvement brownien dans ces conditions; plaçons à côté du microscope un vase plein de mercure, destiné à servir de témoin; nous verrons que le mouvement brownien persiste, avec ses caractères et son intensité ordinaires, même dans les instants de calme et de repos parfait, et qu'il ne s'accroît pas sensiblement quand les vibrations du sol deviennent appréciables. Ces expériences, souvent répétées, nous montrent avec évidence que les vibrations du sol ne sont pas la cause productrice du phénomène.

On pourrait aussi penser aux différences de température existant dans le liquide soumis à l'observation : mais il est possible, par des dispositifs appropriés, de les réduire beaucoup sans affaiblir sensiblement le mouvement brownien. Au reste, les courants liquides qui en résultent produisent des mouvements d'ensemble, communs à toutes les particules voisines, qui ne ressemblent en rien à l'agitation individuelle qui constitue le mouvement brownien.

Une autre circonstance mérite une attention particulière. La lumière est indispensable pour l'observation; elle peut agir sur les particules en suspension, ne fût-ce qu'en les échauffant d'une manière inégale. On peut concevoir que, de ces différences de température, résultent des mouvements. Cette explication rendrait bien compte du caractère individuel de l'agitation observée; elle mérite donc un sérieux examen.

Pour mettre cette hypothèse à l'épreuve, il convient de faire varier, autant que possible, la nature et l'intensité de la lumière employée pour l'observation, et d'examiner s'il en résulte quelque diffé-

rence. Sans entrer dans le détail de ces expériences, il suffira de constater que rien ne change dans les apparences observées, lorsqu'on fait varier la lumière dans des limites fort étendues.

D'autres causes hypothétiques, telles que l'influence du magnétisme terrestre, des courants électriques, ont été examinées et reconnues sans action sur le mouvement brownien, et par suite incapables de le produire.

Ainsi, en dehors de toute cause d'agitation extérieure, les particules en suspension dans un liquide sont animées d'un mouvement de trépidation permanent. Contrairement à tous les autres phénomènes physiques, le mouvement brownien s'entretient et persiste indéfiniment sans cause extérieure connue. Cette conclusion est bien singulière : elle serait de nature à nous faire admettre l'existence de quelque force nouvelle, que le mouvement brownien mettrait seul en évidence, si les idées modernes sur la constitution des corps matériels ne nous donnaient une solution plus admissible du problème.

III

Il nous faut maintenant quitter le terrain solide de l'observation et de l'expérience pour entrer dans le domaine incertain des hypothèses sur la constitution de la matière. On a beaucoup abusé des théories et des hypothèses, on en a beaucoup médit, et pourtant on ne saurait s'en passer; leur importance scientifique est incontestable et elles jettent parfois sur tout un ensemble de questions une lumière inattendue. L'histoire des sciences physiques nous montre, en effet, que les spéculations théoriques ont été l'origine des plus grands progrès et de la plus belle moisson de découvertes. Accordons leur ce qui leur est dû, la considération que méritent des services éminents, et cette confiance limitée qui ne s'endort jamais et ne néglige aucun moyen de contrôle.

Le point de départ des théories relatives à la constitution de la matière est l'hypothèse moléculaire. On pourrait concevoir, sans contradiction logique, que la matière fût divisible à l'infini sans changer de nature. Mais bien des raisons conduisent à penser qu'il n'en est pas ainsi, et que les corps matériels possèdent une structure granulaire, qu'ils sont formés d'éléments très petits, égaux entre eux, dont l'assemblage forme le corps doué des propriétés que nous lui reconnaissons. Ces éléments ou molécules peuvent posséder eux-mêmes une structure plus ou moins complexe, mais ne peuvent être divisés sans changer de nature. Ainsi une goutte d'eau peut être divisée en parties de plus en plus petites; ce sera encore de l'eau, avec ses propriétés essentielles; mais cette division ne peut être indéfiniment continuée; il viendra un moment où l'on sera arrivé à la plus petite quantité d'eau possible : c'est la molécule. Si l'on peut la diviser encore, on n'aura plus de l'eau, mais ses principes constituants; le corps aura changé de nature d'une manière complète.

Nous ne pouvons envisager ici, d'une manière générale, le rôle qu'a joué, dans le développement des sciences physiques, l'hypothèse moléculaire; ce rôle est si important que cette étude comprendrait le domaine presque entier de la Physique et de la Chimie. Pour l'objet que nous avons en vue, la question importante, ce sont les rapports des molécules entre elles, la matière qu'elles constituent par leur arrangement et leurs relations mutuelles, la matière telle que nous la connaissons, telle que nous la montre l'expérience. Au siècle dernier, et jusqu'au milieu du nôtre, les idées généralement admises sur ce point sont fort simples en principe. Les molécules sont regardées comme immobiles, ou du moins leurs mouvements sont considérés comme peu importants. Elles sont liées les unes aux autres par des forces dépendant de leurs distances; ces forces sont supposées telles que les propriétés de la matière, constatées expérimentalement, se trouvent satisfaites. Pour un gaz, par exemple, qui tend sans cesse à augmenter de volume, ces forces sont répulsives; les molécules tendent à s'éloigner les unes des autres, avec une force qui décroît à mesure qu'elles s'éloignent davantage. Sur ces bases, d'intéressantes théories partielles ont été constituées : la théorie des phénomènes capillaires en est le plus remarquable exemple. Leur caractère essentiel est toujours de considérer les molécules comme en repos : lorsqu'un corps se montre à nous dans un état invariable, ses molécules sont aussi en repos et en équilibre sous l'action des forces qui les sollicitent.

Dans cet ordre d'idées, il n'y a évidemment aucune place pour le mouvement brownien ; un mouvement qui se perpétue au sein d'un corps sans cause extérieure constitue une impossibilité et une contradiction évidente.

Un élément de grande importance fut introduit dans la question lorsqu'on eut l'idée, au premier abord bien paradoxale, que les molécules sont sans cesse en mouvement et animées de vitesses considérables, même dans les corps qui nous paraissent en repos parfait. Ces mouvements peuvent être très divers : pour un corps solide, par exemple, chaque molécule est supposée osciller autour d'une position moyenne. Comme nous ne pouvons voir les molécules individuellement, toute cette agitation intérieure nous échappe; nous ne percevons que des effets moyens, résultantes des mouvements

d'un grand nombre de molécules. Lorsqu'un corps nous paraît en repos, c'est que les mouvements de ses molécules se compensent les uns les autres; ce repos n'est, en somme, qu'une apparence et une illusion. Nous sommes dans la situation d'un observateur qui verrait de loin une grande foule d'hommes, sans pouvoir distinguer les individus qui la forment; il ne percevrait que les mouvements d'ensemble de cette foule, sans reconnaître l'agitation individuelle qui peut y exister, et pourrait croire à un repos complet, qui ne serait qu'une illusion.

Cette théorie, qui fait jouer un rôle essentiel aux mouvements moléculaires, a reçu le nom de Théorie cinétique de la matière. Ces idées sont bien anciennes, mais elles n'ont pris une forme définie et n'ont acquis quelque crédit qu'à une date assez récente, à la suite des découvertes faites par quelques physiciens éminents sur les relations qui existent entre la chaleur et le travail mécanique.

Si nous frappons à coups de marteau un morceau de métal, ce métal s'échauffe. Si nous agitons de l'eau dans un vase, nous constatons aussi une élévation de température. D'une manière générale, toutes les fois que nous dépensons ainsi du travail mécanique sur un corps, sans lui faire subir d'altération sensible, de la chaleur est produite; une quantité de travail déterminé produit toujours la même quantité de chaleur. Il y a donc une relation évidente entre la nature de la chaleur et celle du travail mécanique; la chaleur n'est que du travail emmagasiné, sous une forme qui échappe à notre vue.

La théorie cinétique admet que ce travail est employé à augmenter les mouvements des molécules, à accroître la vitesse et l'intensité de leurs vibrations. C'est là une idée fort naturelle; on sait, en effet, que, pour mettre un corps en mouvement, ou pour accroître sa vitesse, il faut dépenser du travail mécanique. Un projectile, un volant de machine à vapeur, ne passent pas du repos au mouvement sans exiger un travail considérable, qui se trouve consommé ou plutôt emmagasiné sous forme de vitesse acquise. La chaleur n'est donc autre chose que l'agitation invisible des molécules; comme un corps n'est jamais dépourvu de chaleur, nous devons regarder ses molécules comme sans cesse en mouvement.

Les vitesses de ces mouvements moléculaires doivent être regardées comme très considérables: il faut, en effet, beaucoup de travail mécanique pour produire un peu de chaleur. L'expérience montre que, pour échauffer une quantité d'eau quelconque de 100°, il faut dépenser autant de travail que pour lui imprimer une vitesse de 900 m. par seconde. On ne peut donc pas évaluer à moins de plusieurs centaines de mètres par seconde les vitesses moléculaires. Les déplacements de ces molécules sont, d'ailleurs, fort petits : elles exécutent des mouvements de va-et-vient, des oscillations plus ou moins complexes de forme, avec une rapidité extrême.

Un autre argument très sérieux en faveur de ces idées nous est fourni par le rayonnement de la lumière et de la chaleur. Les corps portés à une haute température envoient dans tous les sens des rayons de lumière; moins chauds, ils émettent encore des rayons de chaleur, analogues aux précédents, mais invisibles à nos yeux. Nous savons aujourd'hui que ces rayons de lumière ou de chaleur sont constitués par des vibrations extrêmement rapides; il faut donc que quelque chose soit en mouvement dans le corps qui les produit; si ce corps était absolument en repos dans toutes ses parties, la production de ces vibrations lumineuses ou calorifiques deviendrait incompréhensible. Le corps étant immobile en apparence, il faut que ce repos apparent cache en réalité une agitation intérieure extrêmement active.

La théorie cinétique de la matière a conduit à des aperçus fort intéressants sur un certain nombre de phénomènes physiques et chimiques, et la part qu'elle a prise dans l'œuvre scientifique de notre époque est déjà considérable. On doit pourtant reconnaître que, dans la plupart des cas, les développements qui seraient nécessaires pour constituer des explications précises des phénomènes, présentent de grandes difficultés; les calculs mathématiques auxquels donne lieu la théorie cinétique sont fort complexes, et n'ont pu être menés à bien que pour un petit nombre de questions relativement simples. La théorie des gaz est, à vrai dire, la seule partie de la Physique où les hypothèses cinétiques aient pu constituer un corps de doctrine, encore inachevé et sujet à plus d'une difficulté, mais dont la haute valeur ne doit pas être méconnue; plus d'une vérification expérimentale est venue lui apporter cet appui que rien ne peut remplacer. Ces idées théoriques méritent donc la plus sérieuse attention, et on est en droit d'en attendre de grands services dans l'avenir; les difficultés que nous éprouvons actuellement à les développer d'une manière rigoureuse ne doivent pas nous décourager, et moins encore nous rendre l'hypothèse fondamentale moins vraisemblable : *la Nature*, a dit Fresnel, *ne redoute pas les difficultés d'analyse*.

IV

Le mouvement brownien, dont nous nous sommes un peu écarté sans le perdre de vue, se rattache à la théorie cinétique d'une manière directe, et ne prend toute sa valeur scientifique qu'à la lumière de cette théorie. Comme nous l'avons

déjà remarqué en passant, ce phénomène est inconciliable avec les idées anciennes, qui admettaient que, lorsqu'un corps est soustrait à toute cause extérieure d'agitation, le repos apparent auquel il arrive est un repos réel et complet. Bien plus, l'existence même du mouvement brownien dément cette affirmation ; le repos apparent n'existe que pour les portions du corps que nous pouvons distinguer à l'œil nu; le microscope nous montre que, lorsque nous arrivons aux millièmes de millimètre, il y a, dans les liquides, une agitation permanente, et non le repos absolu que l'on supposait y exister.

La théorie cinétique pouvait nous faire prévoir ce phénomène, et elle nous l'explique dans ses traits essentiels. Imaginons, pour un moment, qu'une particule solide en suspension dans l'eau ait des dimensions comparables à celles d'une molécule d'eau. Cette particule se trouvera ainsi en relation avec un petit nombre de molécules, animées de vitesses de plusieurs centaines de mètres par seconde ; sans cesse heurtée par celle-ci, elle doit nécessairement se mouvoir en tous sens, d'une manière irrégulière, suivant le hasard de ses rencontres avec les molécules qui l'entourent, et la rapidité de ses mouvements sera comparable à celle des mouvements moléculaires. C'est bien là le mouvement brownien, mais, dans le cas idéal que nous avons considéré, sa vitesse et son intensité seraient incomparablement plus grandes que dans le phénomène réel. Si maintenant la particule est très grande vis-à-vis des dimensions moléculaires, elle sera en relation à chaque instant avec un grand nombre de molécules; les effets de celles-ci, n'étant pas en général de même sens, se contrarient et se neutralisent en partie ; de plus, la masse à mouvoir étant bien plus grande, le mouvement doit se produire de même que tout à l'heure, mais sur une échelle très réduite. Si enfin la particule est extrêmement grande et comme infinie vis-à-vis des dimensions moléculaires, aucun mouvement ne saurait plus exister.

Les choses se passent de même à nos yeux sur une nappe d'eau agitée en tous sens, sur laquelle flottent des corps de dimensions diverses. Les plus petits de ces corps flottants sont agités comme l'eau elle-même ; plus grands, ils n'éprouvent que de faibles et rares déplacements; plus grands encore, ils demeurent en repos. Nous retrouvons ici ce caractère essentiel du mouvement brownien : l'accroissement de l'agitation à mesure que les dimensions diminuent.

Les vitesses que nous observons dans le mouvement brownien sont de quelques millièmes de millimètre par seconde; les vitesses des molécules peuvent être estimées à plusieurs centaines de mètres par seconde; l'agitation moléculaire est environ cent millions de fois plus rapide que l'agitation visible qui constitue le mouvement brownien. Celui-ci ne nous montre donc qu'une résultante bien affaiblie des mouvements moléculaires. On doit en conclure que les plus petites particules que nous pouvons observer au microscope sont encore bien grandes vis-à-vis des dimensions des molécules.

C'est aussi la conclusion à laquelle sont arrivés par d'autres voies les physiciens qui ont essayé de se faire une idée des dimensions moléculaires.

Par des méthodes diverses, assez concordantes pour qu'on leur accorde quelque crédit, ils sont arrivés à évaluer l'intervalle des molécules dans les liquides à la millième partie environ des dimensions des plus petits corps visibles au microscope. Il faudrait donc environ un milliard de molécules pour former le poids d'une des plus petites particules sur lesquelles nous observons le mouvement brownien. Sans attribuer à ce résultat une précision qu'il ne comporte pas, nous pouvons dès lors comprendre pourquoi le mouvement brownien ne nous montre qu'une bien faible image de l'agitation moléculaire.

Il serait bien nécessaire de ne pas nous en tenir à ces aperçus, et de serrer de plus près l'explications des phénomènes ; mais les notions expérimentales et théoriques nous font encore défaut : en science, il faut savoir attendre. Nous pouvons, du moins, conclure que le mouvement brownien nous fournit ce qui manquait à la théorie cinétique de la matière : une preuve expérimentale directe. Sans doute, nous ne voyons pas et nous ne verrons jamais les mouvements des molécules; mais nous voyons du moins quelque chose qui en résulte directement et suppose d'une manière nécessaire une agitation interne des corps. Il est donc bien à désirer que ce phénomène, trop longtemps négligé comme un accident sans importance, devienne l'objet de l'attention des physiciens et demeure compris dans la sphère de leurs études; j'ai la ferme confiance que, grâce à leurs efforts, nous pénétrerons de plus en plus avant dans la connaissance des propriétés intimes de la matière, déjà si féconde, et si riche de promesses pour le développement scientifique et industriel de l'humanité.

G. Gouy,
Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de Lyon

LES APPLICATIONS MÉCANIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ

DANS LES MINES

Plusieurs causes s'ajoutent pour augmenter, de façon continue, les frais d'exploitation d'une mine : la profondeur des couches, qui, en rendant nécessaires des puits plus coûteux, conduit à les espacer davantage et dès lors à percer des galeries plus longues, plus chères à construire et à entretenir et dans lesquelles l'extraction devient plus onéreuse ; le rendement de l'ouvrier, qui diminue à mesure que les chantiers s'enfoncent et deviennent plus chauds ; la main-d'œuvre, dont le prix s'accroît tous les jours.

Dans quelques pays, cette augmentation du prix de revient se complique d'une diminution du prix de vente. Cela est particulièrement vrai pour nos houilles françaises, dont les produits ont à subir, jusque sur nos marchés du Midi, la concurrence toujours plus active des houilles anglaises.

Il est donc urgent d'enrayer cette marche ascendante des frais d'exploitation, qui serait fatale à plus d'une entreprise minière. Or, des facteurs que nous avons signalés plus haut, il en est deux, la profondeur des couches et le prix de la main-d'œuvre, dont il ne faut pas songer à diminuer l'influence progressive. C'est donc sur le troisième, le rendement, rendement de l'ouvrier et rendement des travaux d'aménagement, qu'il faut agir.

L'un des meilleurs moyens de l'augmenter, c'est assurément d'avoir recours, dans les divers travaux de l'exploitation, à des engins mécaniques : à des perforatrices, qui permettront l'avancement plus rapide des travers-bancs, et diminueront la durée d'immobilisation des capitaux dépensés pour les construire ; — à des haveuses, qui, à égalité de front de taille, rendront possible un abatage plus intense ; — à des locomoteurs, à des treuils, qui, en donnant aux galeries et aux plans inclinés une capacité de roulage et d'extraction plus grande, les mettront à même de desservir des chantiers plus nombreux, — toutes ces machines permettant aussi une réduction connexe du personnel ouvrier.

Elles peuvent, on le sait, être actionnées par les divers modes de force motrice : eau sous pression, vapeur, air comprimé, électricité.

L'eau sous pression perd dans les mines l'avantage qui la fait, quelquefois encore, adopter pour les installations ordinaires : celui de donner par surcroît un liquide utilisable pour divers emplois. Cet avantage se changerait même le plus souvent dans les travaux souterrains en inconvénient grave, car l'exploitant a bien assez d'épuiser les venues d'eau qu'il subit. Aussi ce mode de transport de l'énergie n'est-il pour ainsi dire pas employé.

La vapeur, produite par des chaudières installées à la surface, est quelquefois utilisée pour actionner des moteurs placés au fond ; mais son emploi ne peut être avantageux qu'avec de grosses machines, qui ne soient pas situées à plus de 300 mètres des générateurs. Comme il faut prévoir, dans les mines d'un développement moyen, une distance de transmission de 1.500 à 2.000 mètres, on voit combien son emploi est insuffisant.

Ces transports d'énergie à 1 et 2 kilomètres, l'air comprimé peut très bien les réaliser ; et, une fois que ce fluide a agi dans les appareils mécaniques, il contribue utilement à l'aérage des chantiers. En fait, il a rendu et il rend encore de très grands services. Mais il offre des inconvénients sérieux : comme on ne peut, dans les mines, le réchauffer avant son entrée dans la machine, il produit, en se détendant, un refroidissement fort préjudiciable à la bonne marche de cette dernière ; il ne donne ainsi qu'un rendement peu élevé, 30 % environ.

Bien autrement avantageux est l'emploi de l'électricité, qui permet d'obtenir un rendement plus que double avec un prix d'établissement moitié moindre [1].

On peut avec elle transporter l'énergie à d'aussi grandes distances qu'on le veut ; cela permet de l'envoyer dans les quartiers les plus excentriques d'une exploitation, et d'utiliser des chutes hydrauliques parfois très éloignées. Ce dernier avantage est surtout précieux, quand il s'agit d'une mine sur le carreau de laquelle le combustible n'arrive pas facilement [2].

Les canalisations électriques, moins coûteuses que celles de l'air comprimé, d'une souplesse merveilleuse, d'une capacité de transmission très grande sous un poids relativement faible, fournissent le fluide, aussi bien au service de l'éclai-

[1] Rendement de 65 %, pour une transmission de 10 chevaux-vapeur à 2.000 yards de distance (Communication de M. Atkinson à la Société des Ingénieurs civils de Londres. — 1er février 1891.)

[2] Un exemple topique est celui de la mine de Virginius (Colorado), située à 3.900 mètres d'altitude, dans le rayon des neiges perpétuelles : le charbon, qui ne pouvait y arriver que l'été par une petite voie de roulage, coûtait 100 francs la tonne et faisait revenir la force motrice à 200 000 francs par an. Actuellement cette force est empruntée à une rivière coulant à 7.500 mètres de la mine, et transportée électriquement jusqu'à elle dans des conditions à tous les points de vue beaucoup plus avantageuses.

rage qu'aux services mécaniques, et donnent ainsi la lumière sans échauffer ni vicier l'air des galeries.

Les engins électriques, puissants sous un petit volume, très faciles à déplacer et à remettre en batterie, ne nécessitent pas pour leur conduite des ouvriers spéciaux, pourvu qu'on ait pris en les construisant certaines précautions assez simples, qu'on ait notamment rendu impossibles tous accroissements de vitesse ou d'intensité de courants au delà des allures de régime [1].

L'électricité n'a même pas, au point de vue de la ventilation, l'infériorité qu'on pourrait lui supposer sur l'air comprimé. On a, en effet, constaté à Blanzy qu'un ventilateur Ser, débitant 113 mètres cubes d'air par minute, consommait, pendant le même temps, 1 mètre cube d'air à 4 atmosphères. Un ventilateur électrique, installé comme le précédent dans le chantier et actionné par le même poids de charbon brûlé au jour, donnerait facilement 100 mètres cubes d'air de plus. Que devient dans ces conditions le petit appoint qu'apporte à l'aérage le fluide sortant du moteur, quand ce dernier est alimenté par l'air comprimé?

L'électricité a cependant certains inconvénients. Le plus grave est de pouvoir enflammer les mélanges grisouteux, qu'on trouve dès à présent dans beaucoup de mines de houille et qu'on rencontrera probablement dans toutes, à mesure qu'on exploitera des couches plus profondes.

Il est évident que les étincelles des collecteurs et des interrupteurs produiraient cet effet fâcheux, si on ne prenait des précautions spéciales pour l'empêcher; mais on peut, en entourant ces organes de tissus métalliques analogues à ceux qu'on emploie dans les lampes de mines, isoler, aussi sûrement que le feu de ces dernières, les étincelles susceptibles de se produire. Pour les collecteurs, la récente invention des moteurs à courants polyphasés donne le moyen de supprimer radicalement le danger, en supprimant la cause elle-même.

Il faut aussi se prémunir contre les étincelles résultant des ruptures ou contacts des câbles conducteurs. Avec les premières canalisations employées, on a eu de fréquents mécomptes; mais avec celles qu'on fait aujourd'hui, la sécurité est à peu près complète.

Enfin, il ne faut pas oublier que le meilleur moyen de prévenir les accidents dus au grisou, c'est de diluer ce gaz dans une grande quantité d'air frais; or, l'électricité, en assurant la ventilation plus économiquement que l'air comprimé, et, d'une façon générale, en diminuant le prix d'extraction de la houille, permettra par cela même de consacrer une plus grande somme aux travaux de sécurité, en tête desquels figure le service de l'aérage.

Quant aux dangers provenant du contact involontaire d'un conducteur, ils n'existent pas avec les voltages modérés employés dans les mines.

Tout cela explique le rapide essor pris par les applications mécaniques de l'électricité dans les mines. Le premier essai, qui a été tenté, d'ailleurs avec un plein succès, à Blanzy, pour actionner au fond d'un puits de 300 mètres un ventilateur chargé d'aérer une galerie de recherches, remonte à peine à 1880. Et, en 1893, au Congrès d'Ingénieurs de Chicago, M. Blackwell a pu signaler les applications de l'électricité dans plus de 300 mines. En Amérique, le pays où ces applications se sont le plus développées, de nombreuses et importantes sociétés se sont créées pour la construction spéciale du matériel électrique des mines. Comme le vieux monde a tout à gagner à suivre l'exemple des États-Unis, le moment nous a paru bien choisi pour exposer à nos lecteurs l'état actuel de la question.

Avant d'étudier les divers modes d'utilisation de l'électricité dans les mines, nous allons dire comment elle est produite, et comment elle est transmise aux machines qui la consomment.

Les dynamos génératrices, ordinairement installées au jour, sont actionnées, ou par des forces hydrauliques, captées à une distance plus ou moins grande de la mine, ou par des machines à vapeur installées sur le carreau même de cette dernière [1]. Dans les deux cas, il faut, à cause de la discontinuité de marche des outils actionnés et des grandes variations qui en résultent dans le travail demandé, se ménager une grande réserve d'énergie, en donnant aux bassins de retenue, aux générateurs de vapeur, aux volants des moteurs, de grandes dimensions. Pour la même raison, il faut munir les moteurs de régulateurs sensibles, proportionnant très vite l'énergie fournie à l'énergie demandée, et les machines-outils d'appareils de mise en marche graduée, notamment de rhéostats puissants.

Les courants qu'on produit ainsi varient ordinairement de 220 à 500 volts; c'est bien exceptionnellement qu'ils atteignent 1.000 volts et plus.

[1] L'exemple des mines d'or de Faria (Brésil), où fonctionne depuis plusieurs années, sous la conduite d'ouvriers indigènes, une installation électrique très complète, ne laisse aucun doute à cet égard.

[1] Exceptionnellement, quand on a de l'eau à proximité de la mine et qu'on peut l'écouler commodément par une galerie inférieure aux chantiers à desservir, on peut la dériver dans la mine et utiliser la chute ainsi créée pour actionner un moteur commandant des dynamos génératrices. Un exemple classique est celui de la mine de Chollard (Nevada) : une chute de 500 mètres actionne 6 roues Pelton, couplées avec autant de dynamos Brush Compounds de 130 chevaux, desservant chacune, par un circuit spécial de 1700 mètres, un moteur placé à la surface, actionnant un broyage de minerais et divers engins métallurgiques. La force ainsi captée serait *a fortiori* utilisable pour les travaux du fond.

Pour les amener aux endroits où ils sont consommés, on peut employer, comme à Anzin, des câbles isolés au caoutchouc, recouverts d'une gaine en toile, et supportés par des poulies de porcelaine : ils donnent de très bons résultats, même dans les puits très humides. Dans ceux où l'eau retombe en pluie presque continue, des câbles nus, tendus verticalement sur des cloches en porcelaine, placées tous les dix mètres, comme à Marles, conviennent mieux. Quand on a spécialement à craindre les ruptures, on peut les protéger par des armatures en fer ou acier, ou les placer dans des tuyaux en fer, ou des caniveaux au ras du sol.

toute sécurité, parce que, lors de la rupture du conducteur principal, qui précède la fusion du plomb secondaire, il est à craindre qu'il se produise une étincelle.

Le système Nolet, caractérisé par la subdivision des conducteurs positif et négatif en sections raccordées par des manchons, échappe à ce reproche : le découplement du conducteur principal ne peut produire d'étincelle, parce que le courant est préalablement coupé à l'origine de la canalisation par un jeu d'électros; et le découplement du fil auxiliaire n'en produit qu'une très faible et à l'intérieur même du manchon, ce qui lui enlève tout danger.

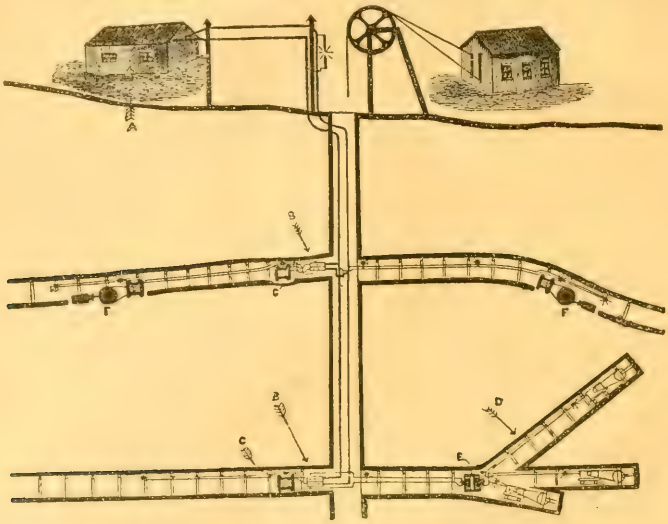


Fig. 1. — *Type d'installation minière électrique.* — A, génératrices; — B, B, centres de distribution; — C, C, treuils de roulage; — F, F, pompes; — E, réceptrices; — D, perforatrices et haveuses. En général, les réceptrices font partie intégrante de chaque machine-outil.

Dans les terrains ébouleux, des câbles sous plomb, posés de manière à pouvoir glisser sur leurs supports et montés très lâches, se comportent bien.

Dans les mines grisouteuses, on emploie des canalisations de sûreté. Le câble Atkinson est composé de deux fils concentriques isolés l'un de l'autre : le fil extérieur, constituant le conducteur principal; le fil intérieur, ne conduisant qu'une faible dérivation du courant, et composé de spires pouvant s'allonger sans se rompre. Quand, par suite de la rupture du premier, le courant passe intégralement dans le second, celui-ci est fondu sur une partie de son parcours, faite pour cela en plomb, et cette fusion occasionne la chute d'un poids qui détermine l'interruption du courant. Ce système fort ingénieux est appliqué en Angleterre; on peut lui reprocher de ne pas donner

Mais il nous paraît assez compliqué. Il serait désirable qu'on trouvât un câble à la fois simple et sûr.

Ces préliminaires posés, nous allons voir l'électricité utilisée dans tous les grands services que comporte l'exploitation d'une mine : travaux de recherches, traçage, abatage, roulage et extraction, épuisement, ventilation, préparation mécanique. La figure 1 donne le schéma d'une installation générale.

I. — Travaux de recherches

Dans les mines, particulièrement dans celles dont les gîtes sont irréguliers, il y a un grand intérêt à pouvoir s'éclairer vite et économiquement sur la position et l'importance des couches. L'électricité se prête très bien à des investigations, non par les

sondages au trépan, surtout réservés aux trous de grand diamètre, mais par les forages au diamant, qui permettent de percer très vite des trous de petit calibre et de grande longueur.

On connaît le principe de ces sondages : une couronne de diamants noirs est disposée à la périphérie d'un outil, qui travaille en tournant autour de son axe, et détache ainsi un témoin cylindrique qu'on ramène à la surface. Rien n'est plus simple que de faire commander cet outil par l'induit d'une dynamo; c'est ce qu'a fait M. Taverdon pour sa perforatrice et ce qu'on pratique couramment en Amérique, où la cherté de la main-d'œuvre impose aux mines une exploitation intensive.

Il faut citer notamment la machine Sullivan, dans laquelle un moteur électrique de 2 ou 3 chevaux actionne, par un renvoi d'engrenages et deux pignons d'angle, la tige perforatrice, d'ailleurs appliquée contre le fond du trou par l'eau que refoule une petite pompe mue par la machine elle-même. Cette dernière est disposée pour pouvoir faire travailler l'outil dans une orientation quelconque par rapport à l'horizontale. Cette machine a percé des trous de 37 à 78 millimètres de diamètre, jusqu'à 160 mètres de profondeur dans le quartz et le jaspe, jusqu'à 1.000 mètres dans des terrains tendres. Dans le calcaire dur, la vitesse d'avancement a atteint 5 mètres par poste de 8 heures, le coût du mètre étant de 10 francs environ.

II. — Traçage

Pour l'ouverture des travers-bancs, la perforatrice à air comprimé de 8 à 10 chevaux, si communément employée jusqu'ici, peut être utilement remplacée par la perforatrice électrique, quand cette dernière remplit les conditions suivantes, dont nous empruntons l'énoncé à un spécialiste bien connu, M. Martin [1] : 1° grande légèreté, pour qu'elle puisse être facilement maniée par deux ou trois hommes ; 2° grande simplicité, pour qu'elle puisse être conduite, entretenue et au besoin réparée par des ouvriers non électriciens ; 3° grande rusticité, pour qu'elle puisse fonctionner dans l'eau, la poussière, la boue ; 4° absence, dans sa construction, de substances pulvérisables ou combustibles, telles que les isolants au coton, les métaux cristallisables ou aigres.

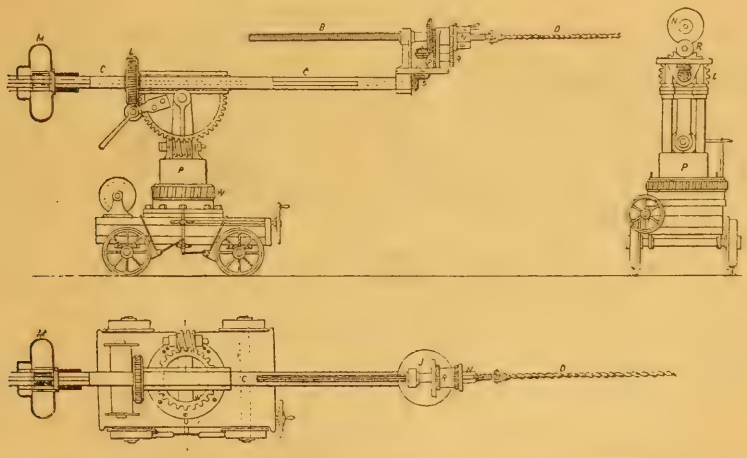


Fig. 2. — *Perforatrice rotative Steavenson. Elévation, plan et vue par bout.* — M, dynamo-motrice enfermée dans une enveloppe de bronze parfaitement étanche, pouvant supporter un courant de 20 ampères sous 300 volts. *c*, barre calée sur l'induit. *l*, roue dentée permettant de faire tourner à la main la barre *c*. — *sp*, train d'engrenages transmettant à l'outil le mouvement de rotation de la barre *c*. — D, mèche perforatrice. — R, N, pignon et écrou produisant l'avancement automatique de la mèche. L'écrou N est fendu de manière à permettre, quand la vis B arrive au fond de sa course, le retrait rapide de l'outil et son allongement. — P, W, engrenages hélicoïdaux permettant d'orienter l'outil dans deux plans orthogonaux.

La plupart des perforatrices électriques appartiennent au type percutant, le seul employé avec l'air comprimé. Quelques-unes sont cependant rotatives.

Perforatrices à rotation. — Ces dernières, dont les outils sont calés sur les induits des dynamos qui les conduisent, sont utilement employées dans les terrains relativement tendres, qu'une bonne mèche d'acier peut entamer. La figure 2 repré-

[1] Conférence à l'*American Institute of Electrical Engineers* faite en 1892.

sente l'un des modèles les mieux conçus, la perforation *Steavenson*, employée aux mines de fer de *Clarin How* (Cleveland). En absorbant en moyenne 15 ampères sous 300 volts, soit 6 chevaux électriques, elle perce par équipe de 7 heures 80 à 100 trous de 1m,30 de profondeur. Les mineurs gagnant 9 fr. 50 par équipe, le minerai abattu, plus menu qu'à la main, revient à 8 fr. 75 la tonne.

Des essais comparatifs, faits dans ces mines sur des perforatrices à main, à air comprimé, à eau sous pression, à pétrole et électriques, ont donné l'avantage à ces dernières, qui ont seulement l'inconvénient de coûter, comme premier établissement, plus cher que les autres, celles à pétrole exceptées. Voici le tableau des résultats obtenus :

NATURE DE LA PERFORATRICE	PRIX D'ACHAT DE LA PERFORATRICE EN FRANCS	TROUS PERCÉS PAR HEURE A COMPTER DU MOMENT OÙ L'OUVRIER EMPLOIE LA MACHINE	ABATTAGE PAR HEURE EN TONNES
A la main (simple)	—	1.30 m. en 45 minutes	5 à 8
A la main (mécanique)	75	2	environ 18
A air comprimé	9250	environ 8 tr.	100 à 130
A eau sous pression	7000	8	»
A pétrole	9750	8	»
Électrique (système Steavenson	8750	10	140

Citons encore comme perforatrices à rotation :

Celle de la *Compagnie Jeffrey à Columbus* (Ohio), montée sur une glissière verticale, portée elle-même par une tige à longueur variable, qui se coince contre les parois de la galerie ; la perforatrice *Atkinson Ravenskaw et Mori*, qui s'oriente par la rotation d'un secteur circulaire que commande une vis sans fin ; la perforatrice *Storey*, adoptée par la *Compagnie Sprague* ; la perforatrice *Jones*, dont l'électro-moteur est logé dans un cylindre, qui se fixe par un patin sur un trépied. L'avancement de l'outil est produit par de l'eau sous pression ; à cet effet, son axe porte à l'arrière un piston à garniture étanche, qui roule sur une couronne de billes destinées à atténuer le frottement résultant de la rotation de ce piston. Une partie de l'eau rafraîchit la mèche.

Perforatrices à percussion. — Dans les perforatrices de ce type le mouvement alternatif du fleuret est ordinairement obtenu en le rendant solidaire d'une armature, qui oscille sous l'action d'un ou plusieurs solénoïdes, recevant le courant électrique de génératrices extérieures. Très exceptionnellement, ce dernier sert à faire tourner une réceptrice, dont l'induit actionne l'outil par l'intermédiaire d'une manivelle :

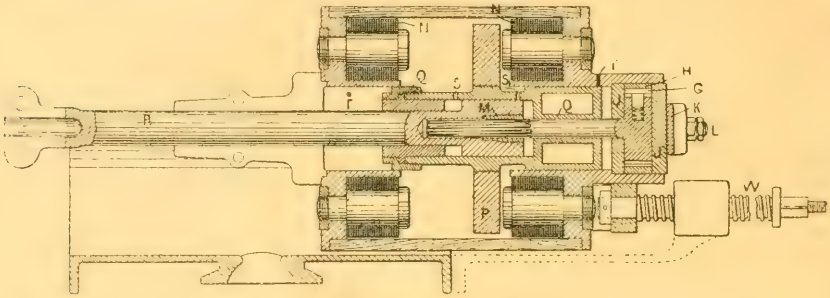


Fig. 3. — *Perforatrice percutante à deux solénoïdes, système Bolton et Mountain.* — N, électros. P, armature actionnant directement le fourreau Q, dont la course est amortie à ses extrémités par des dash-pots à air à trous S, S. — M, filetage sur lequel fut écroû le piston de la tige R, de manière à produire la rotation de l'outil sur lui-même pour uniformiser l'usure) par le jeu du cliquet G en prise avec le rochet H. — J, J', plaques maintenant à frottement dur le rochet H. — L, écrou pour serrer les plaques J, J. — K, ressort de l'écrou L. — W, vis destinée à produire l'avancement de la perforatrice sur son bâti. — On voit à la partie inférieure de la perforatrice l'embase par laquelle elle repose sur ce bâti.

1° *Perforatrices à manivelle.* — A ce type appartient la perforatrice *Siemens et Halske* (1891). Deux ressorts antagonistes, attachés de part et d'autre du porte-outil, régularisent le mouvement de ce dernier, qui est, d'ailleurs, guidé par une glissière. Les deux ressorts pourraient être remplacés par des rondelles de caoutchouc, ou des matelas d'air. Un mécanisme hélicoïdal à cliquet fait tourner le fleuret autour de son axe, pour régulariser l'usure de l'outil et celle de la roche. Une vis produit le mouvement d'avancement du fleuret, soit automatiquement, soit à la main.

2° *Perforatrices à deux solénoïdes.* — Ce sont les plus communes : le mouvement de va-et-vient de l'outil est produit par l'action de deux solénoïdes opposés sur l'armature solidaire de l'outil.

L'une des premières perforatrices de ce type est celle de *Ball*, dont l'invention remonte à 1880. Le jeu d'un taquet solidaire du fleuret amène suc-

cessivement le courant à passer dans la bobine supérieure, auquel cas le fleuret s'élève, et dans la bobine

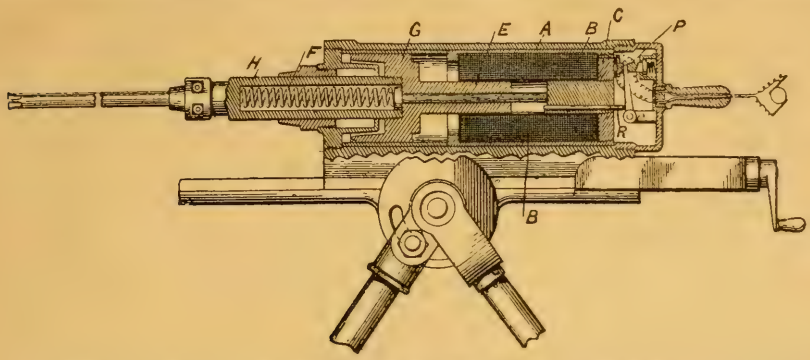


Fig. 4. — *Perforatrice percutante à un seul solénoïde, système Birkin* (1891). — A, gaine en fer doux entourant le solénoïde B. — EG, armature du solénoïde, solidaire du fleuret. — H, cadre comprimant le ressort antagoniste F. — R, tige solidaire de l'armature chargée d'interrompre le courant en P. — On voit sur la droite une manette destinée à produire l'avancement de la perforatrice sur sa glissière, et à la partie inférieure le trépied supportant cette glissière.

inférieure, auquel cas le fleuret descend. Un dash-pot, espèce de piston qui comprime de l'air dans un corps de pompe, amortit, par la résistance de cet air, le lancé de l'armature à la montée et aide au départ du fleuret pour sa course percutante.

Dans la perforatrice *Philips et Harrison*, la distribution du courant est assurée par les oscillations qu'un taquet imprime à une ancre, communiquant avec le pôle positif du courant, de manière à amener cette ancre alternativement sur les deux contacts en relation chacun avec un électro. Une vis permet de régler l'écartement de ces contacts et du même coup la course de l'outil.

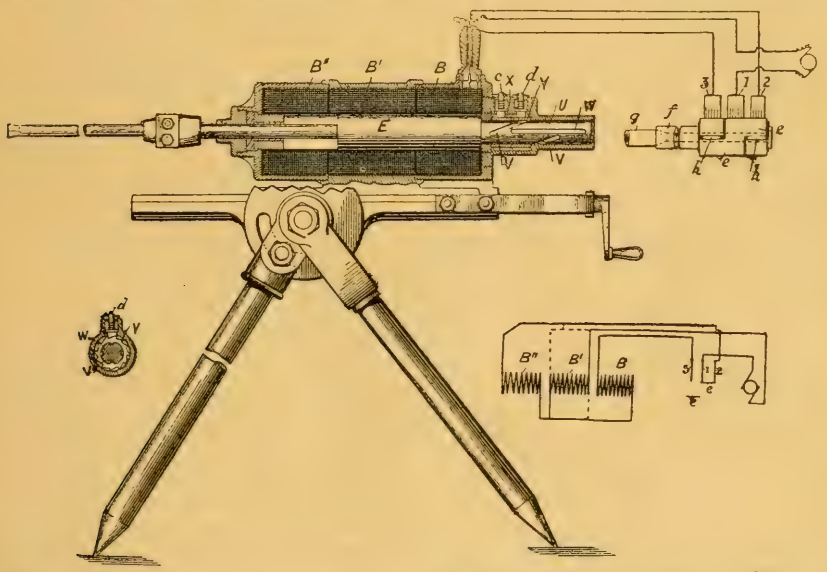


Fig. 5. — *Perforatrice percutante Birkin à solénoïde sectionné.* — BB'B'', sections du solénoïde. — E, porte-fleuret; *e*, commutateur tournant avec la dynamo-génératrice; *h*, rainures de ce commutateur au travers desquelles le tuyau *gf* envoie de l'air comprimé pour éteindre les étincelles. — V, W, rainures, les unes hélicoïdales, les autres droites, en prise respectivement avec les rochets Y et X que les cliquets *d* et *c* ne laissent tourner que dans un sens. A l'aller du fleuret, le rochet Y tourne sous l'impulsion des rainures V et le rochet X, qui reste fixe, le guide par les rainures W. Au retour, le rochet X cède et le rochet Y, immobilisé par *d*, force le fleuret à tourner par la réaction des rainures V.

La perforatrice *Bolton et Mountain* (fig. 3) est plus

récente. L'armature n'est plus solidaire de l'outil, mais d'un fourreau Q, actionnant à son tour, par l'intermédiaire d'amortisseurs à air, la tige percutante R.

Dans la perforatrice *Threlfall*, les enroulements, au lieu d'être placés de part et d'autre de l'armature, sont superposés et entourent cette dernière, qui se meut entre deux pôles toujours de noms contraires, mais sans cesse inversés par un commutateur tournant, mû par la dynamo chargée de fournir le courant aux électros.

La perforatrice *Mackay* (1892) a son commutateur placé entre les deux solénoïdes et manœuvré par un bourrelet de la tige du fleuret. Cette tige porte aussi un piston, qui souffle de l'air autour du foret pour enlever la poussière de la pierre, au percement de laquelle cet outil est principalement destiné.

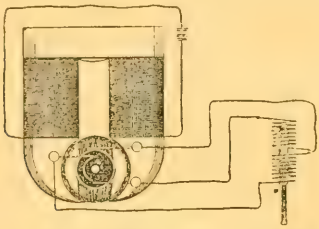


Fig. 6. — *Figure schématique représentant le système Marvin théorique.*

Dans le modèle *Bolton*, l'armature en fer doux est remplacée par un électro-aimant solidaire du fleuret, et mobile entre deux autres électros fixes, opposés l'un à l'autre par des pôles de même nom. Un piston, entraîné par l'électro mobile, bute, à fond de course, sur des tampons qui le font passer d'une position à l'autre, de manière à renverser le sens du courant dans l'électro mobile, de sorte que ce dernier est toujours repoussé par l'un des électros fixes et attiré par l'autre, tantôt dans un sens, tantôt dans le sens opposé.

3° *Perforatrices à un seul solénoïde.* Le fleuret est éloigné du front de taille par l'action du solénoïde malgré la résistance d'un ressort antagoniste, qui, lorsque le courant est interrompu, le ramène brusquement contre la roche. La perforatrice *Birkin* (1891) (fig. 4) est de ce type.

4° *Perforatrices à solénoïdes sectionnés.* Au lieu de deux solénoïdes ou d'un solénoïde et d'un ressort, un seul solénoïde peut suffire, à la condition de le sectionner et d'envoyer par le commutateur le courant de la dynamo génératrice dans les sections différentes, de manière à faire attirer successivement le porte-fleuret par les sections extrêmes. C'est une application du principe du moteur électrique de M. Marcel Deprez. Tel est le cas de la perforatrice *Birkin* (fig. 5).

5° *Perforatrices du type Marvin.* Prendre la peine de redresser, à l'aide d'un commutateur, les courants alternatifs que donnerait sans lui la dynamo génératrice, pour renverser ensuite, à l'aide d'un nouveau commutateur, le sens de leur trajet pour les solénoïdes qui doivent produire le mouvement alternatif du fleuret, paraît être une complication fort inutile. Aussi M. Marvin a-t-il songé à appliquer le système représenté schématiquement par la figure 6 : la dynamo n'a pas de commutateur; les extrémités de son armature aboutissent respectivement à un disque collecteur plein et à un demi-disque, et les solénoïdes sont reliés par leurs bouts extrêmes au demi-disque, par leurs bouts voisins au disque plein. Le fleuret prend alors un mouvement de va-et-vient synchrone de la rotation de la

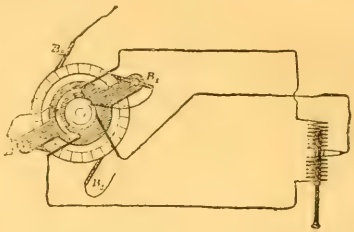


Fig. 7. — *Figure schématique représentant le système Marvin modifié, tel que cet inventeur l'a réalisé dans ses perforatrices.*

dynamo, sans qu'on ait besoin d'avoir recours à un mécanisme toujours compliqué pour renverser la polarité de l'armature.

Mais, pour réaliser ce système tel quel, il faudrait ne faire tourner la dynamo qu'à la vitesse de 400 tours par minute, qu'on ne dépasse pas pour la perforatrice [1], et ce serait trop peu. On pourrait bien augmenter la vitesse de la dynamo, en lui faisant commander ses collecteurs par un train d'engrenages réducteur; mais le système serait compliqué.

Il vaut mieux rendre les deux vitesses de la dynamo et de la perforatrice indépendantes en munissant la dynamo d'un commutateur ordinaire (fig. 7), parcouru par deux balais tournant B, B_1, reliés l'un au collecteur entier, l'autre au demi-collecteur. On gagne encore la suppression du commutateur sur la perforatrice, et une simplification précieuse dans les connexions de l'appareil. C'est le dispositif qu'a employé M. *Marvin* dans la perforatrice que représentent les figures 8 et 9.

M. van *Depoële*, et MM. *Siemens et Halske* construisent aussi des perforatrices, qui sont des variantes du même type.

[1] Le nombre de coups varie, dans les perforatrices percutantes, de 200 à 400 par minute ; la course du fleuret est d'environ 150 millimètres.

III. — Abatage

Les perforatrices, dans les mines métalliques, les haveuses, dans les houillères, tels sont les outils de l'abatage mécanique. Nous connaissons les premières : ce sont exactement celles que nous venons de décrire pour le percement des travers-bancs. Les haveuses sont des perforatrices spéciales, dans lesquelles nous retrouvons cependant les deux grandes classes de *percutantes* et de *rotatives*. Mais, à l'inverse de ce qui se passe pour les perforatrices ordinaires, surtout destinées à attaquer des roches dures, les haveuses, uniquement employées pour débiter des blocs de houille toujours relativement tendres, sont surtout rotatives. Et, dans les types percutants, le mouvement de va-et-vient de l'outil n'est qu'exceptionnellement produit, comme dans la plupart des perforatrices de cette classe, par le jeu d'un ou deux solénoïdes; il l'est habituellement par une dynamo dont le mouvement rotatif est transformé en mouvement rectiligne alternatif.

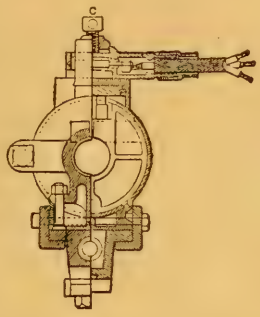


Fig. 8. — *Perforatrice Marvin* (coupe transversale).

Haveuses à percussion. Haveuse Chenot. — Son invention est antérieure à 1884. L'axe de la dynamo — laquelle est une machine Gramme — commande, par des tambours de friction et des poulies, une manivelle dont le mouvement est transmis à l'outil par l'intermédiaire de deux pistons solidaires, mobiles dans un cadre cylindrique, qu'ils attirent et repoussent par la compression de matelas d'air. L'avancement de l'outil est produit à la main, à l'aide d'une roue dentée et d'une crémaillère. La haveuse se déplace parallèlement au front de taille par un treuil à chaîne, mû aussi à bras d'homme.

Haveuse Michaëlis. — Son outil est mis en mouvement par une came, espèce d'hélice montée sur un tambour creux horizontal, que la dynamo fait tourner par un train d'engrenages. La tige du porte-outil est pourvue d'un piston pris entre deux ressorts : un ressort amortisseur des chocs et un ressort d'impulsion très puissant (sa tension peut atteindre 2200 kilogrammes). Cette haveuse est montée sur roues; elle a $2^{m},70$ de longueur, 320 centimètres de largeur, 620 centimètres de hauteur; elle pèse 400 kilogrammes; elle donne 120 coups à la minute.

Haveuse Sperry. — Cette haveuse, la plus employée de toutes celles de ce type, est représentée en détail par la figure 10. Elle est montée sur deux petites roues et manœuvrée à l'aide des manettes B, B^{1}.

Au type percutant appartient encore la haveuse *van Depoële*, établie par son auteur sur le même principe que sa perforatrice et, comme celle que nous venons de décrire, montée sur deux petites roues, munie de manettes et très légère à manœuvrer.

Haveuses à rotation. — Dans ces haveuses, dont le principe a été breveté dès 1873 par M. Taverdon, le mouvement rotatif de la dynamo est directement utilisé pour faire tourner une barre ou une chaîne sans fin :

1° *Haveuses à barre.* — La barre peut porter un taillant à son extrémité, — alors elle constitue un véritable foret qui s'enfonce dans le charbon en tournant autour de son axe et qu'on retire, le trou fini, pour lui en faire commencer un autre à côté; ou des ailettes tranchantes sur toute sa longueur, — alors, elle fait une sape continue en se glis-

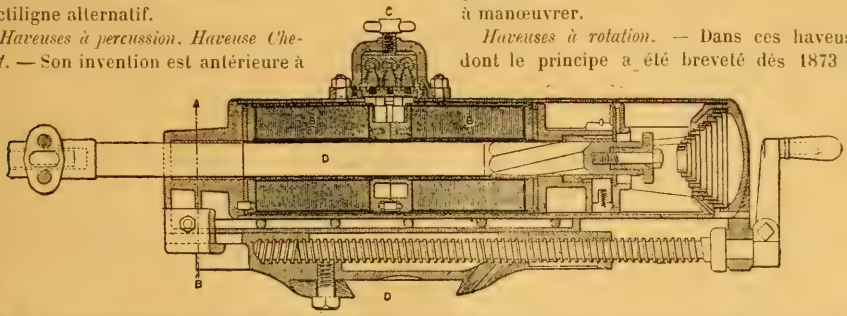


Fig. 9. — *Perforatrice Marvin.* — BB', solénoïdes. Les fils des solénoïdes, en cuivre nu, de section carrée, sont enroulés sur des bobines en laiton isolées au mica et sont eux-mêmes isolés au mica à mesure qu'on les enroule : le tout est enveloppé de mica, puis d'un tube de laiton relié aux fonds des bobines par une soudure capable de résister à l'échauffement des fils. On constitue ainsi un solénoïde parfaitement abrité et incombustible. — D, armature composée de trois parties soudées entre elles, celle du milieu en fer, les deux autres en bronze. Cette armature porte des rainures hélicoïdes destinées à assurer sa rotation automatique, et on voit à sa droite un amortisseur de choc. — C, boîte des bornes de prise de courant. La vis que l'on voit à la partie inférieure de la perforatrice est destinée à amener à la main l'avancement de l'outil.
Dans un type plus récent, M. Marvin a remplacé l'armature en fer et bronze par une armature tout en acier; cet engin donne 380 coups par minute avec des courses variant de 165 à 190 millimètres.

sant dans la masse parallèlement à elle-même.

a) Haveuses à foret. Haveuse Brain, Arnot et Baker. — Son outil est directement monté en prolongement de l'axe de la dynamo. Elle a l'avantage de pouvoir se fixer très près du sol, au moyen de griffes, sur une plaque assujettie par un étançon.

Haveuse Hercules. — Du type à forets multiples, très employé en Amérique. Une douzaine de forets sont actionnés par des trains d'engrenages, que commande un moteur Tesla à courants alternatifs. Les forets sont disposés dans un même plan, perpendiculaire au petit côté du cadre, qui supporte tout l'ensemble du mécanisme, et qui est porté lui-même par un chariot monté sur roues et mobile sur rails. Le cadre peut s'incliner sur le chariot, de manière à obliquer, comme on le désire, par rapport à l'horizon, le plan de sous-cave.

b) Haveuses à barre dentée. Haveuse de Nostell. — L'outil est constitué par une barre hérissée de dents d'acier, calée sur le prolongement de l'axe de la dynamo ou sur un engrenage actionné par ce dernier à raison de 500 tours par minute.

La barre une fois engagée dans le charbon, on tire par un treuil à câble d'acier mû à la main, la haveuse, sur une voie parallèle au front de taille. Une barre de 1m20 à 1m50 a fait, à Normanton, un havage de 20 à 35 mètres carrés par heure en consommant environ 10 chevaux-vapeur; elle a abattu par poste 160 tonnes, en économisant sur le travail à la main 1 shilling par tonne, et en produisant deniers de charbon marchand de plus.

Haveuse Jeffrey. — La barre dentée est ici parallèle au front de taille, et commandée par des chaînes sans fin; cet ensemble et la dynamo qui l'actionne sont montés sur un châssis mobile, qui peut glisser sur les longerons d'un châssis fixe pour permettre à l'outil de s'enfoncer dans le charbon. Ce glissement est déterminé par un pignon qui engrène avec une crémaillère du châssis fixe. La sous-cave obtenue a environ 0m10 de hauteur sur 2 mètres de profondeur; il faut 6 minutes pour la faire; une minute et demie suffit pour riper la haveuse parallèlement au front de taille. La haveuse pare ainsi 60 à 90 mètres carrés en 10 heures; c'est le travail de 10 hommes, qu'elle fait avec deux, en consommant environ 15 chevaux électriques. L'économie qu'elle réalise ainsi sur le travail à la main est de 20 à 25 %. Cette haveuse est l'une des plus employées.

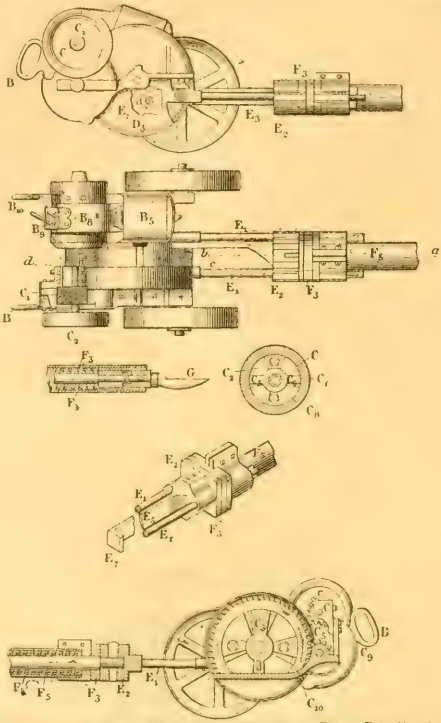


Fig. 10. — *Haveuse Sperry.* — Élévation. Plan. Détails du porte-outil et du ressort. Commande d'un pignon par l'axe de la dynamo. Coupe par *ab*. — B_2 B_5, dynamo qui, par le train d'engrenages $CC_4C_7C_9C_{10}$, commande le bouton de manivelle D_3, qui actionne lui-même par le talon E_7 le porte-outil E_6. — E_1 E_4, guides du porte-outil. — F_4, ressort d'impulsion. Sa tension initiale est de 230 kilogrammes; il fournit, avec une compression de 180 millimètres, un travail de 75 kilogrammètres environ, et donne, avec une masse de 50 à 60 kilogrammes, 160 à 225 coups par minute. — G, outil. L'arbre C entraîne le pignon C_4 par l'intermédiaire d'une douille à bras C_8 et les caoutchoucs C_6 du volant C_4; le pignon C_{10} entraîne le bouton D_3 par un système analogue; on diminue ainsi l'effet des chocs, atténué encore par les fourrures en caoutchouc F_3. Le rendement de cette haveuse (rapport de son travail de choc à l'énergie électrique dépensée) est, d'après son inventeur, supérieur à 70 %.

Haveuse Goolden. — La barre dentée, de 1m10 à 1m20 de longueur, perpendiculaire au front de taille, est reliée par un train d'engrenages à l'axe de l'induit : elle tourne à raison de 400 à 500 tours par minute, pour les charbons durs. L'entaille se fait comme l'indique la figure 12, en faisant pénétrer l'outil dans le charbon par la rotation de la machine sur sa table tournante, et en remorquant la haveuse sur sa voie. La dynamo consomme 10 à 12 chevaux; il faut 3 hommes, un au cabestan, un autre à la haveuse, le troisième à l'étayage de la sous-cave pour empêcher la chute du charbon sur l'outil. Une sous-cave de 100 millimètres de hauteur, de 2 mètres de profondeur, 100 mètres de longueur a été faite, avec cette haveuse, en 4 heures.

Citons encore la haveuse *Atkinson*, dont l'outil est

analogue à celui de la précédente, la haveuse *Charleton et Valker*, à deux barres dentées, l'une pour la sous-cave, l'autre pour percer un trou horizontal ou faire une sape horizontale ou verticale.

2° *Haveuses à chaîne sans fin. Haveuse New-arc*, de la *Thomson Van Depoële mining* C° (Fig 11). Cette machine, particulièrement adaptée au service des longues tailles, s'avance par touage sur chaîne fixe. L'outil, une chaîne sans fin munie d'ailettes tranchantes, d'abord parallèle au front de taille, prend graduellement, sous l'action d'un train à vis sans fin, la position perpendiculaire à ce front, qui est sa position de travail.

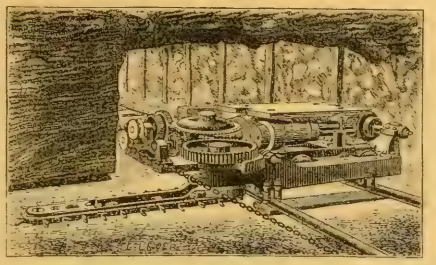


Fig. 11. — *Haveuse rotative à chaîne sans fin New-arc.*

La haveuse est munie de huit roues, quatre montées sur rails, quatre autres perpendiculaires aux premières, qui permettent de la riper sans la tourner d'un front de taille à l'autre. Elle consomme 15 chevaux, elle nécessite deux hommes pour la conduire et exécute une sous-cave de 10 centimètres de hauteur; elle pèse 3 tonnes. Elle fonctionne avec succès à la *Mead Run Mine* (Ohio).

Haveuse Keil et Vesterdall. — Sa disposition générale est la même que celle de la Jeffrey; seulement, l'outil est une chaîne sans fin, et non plus une barre (il existe du reste des Jeffrey à chaîne). C'est le petit côté de la chaîne sans fin qui attaque le charbon, en restant parallèle au front de taille; l'avancement est produit perpendiculairement à ce front par une roue hélicoïdale et une vis sans fin.

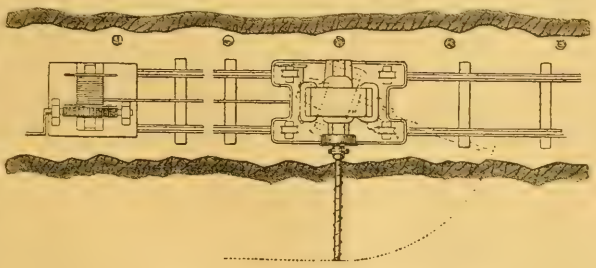


Fig. 12. — *Haveuse rotative Goolden. Ensemble du Montage.*

A la même catégorie appartiennent la haveuse *Hirst*, dont la chaîne peut tourner de 180 degrés autour d'un axe vertical; la haveuse *Atkinson* dont la chaîne sans fin est circulaire, et consiste en une sorte de scie à mailles, menée par les dents d'un disque mû par la dynamo.

Une supériorité du havage mécanique sur le havage à la main est de pratiquer une sous-cave moins haute (0m10 au lieu de 0m25), et de diminuer ainsi la proportion du menu dans le charbon abattu. Un inconvénient consiste dans la nécessité de changer souvent les couteaux, à cause de leur usure rapide : dans les charbons durs, les dents de la haveuse Goolden doivent être changées tous les 35 mètres environ. M. Bain a proposé, pour y remédier, de former la pointe tranchante d'un grain d'iridium, enchâssé et soudé à l'extrémité de la pointe d'acier.

IV. — Roulage et extraction

Ce service peut être assuré par des treuils et des locomoteurs : des treuils, qui remontent, le long des plans inclinés, les minerais provenant des exploitations en vallée, et qui peuvent aussi être affectés à un roulage horizontal, ou plus accessoirement à une extraction verticale; — des locomoteurs, qui ne peuvent, à cause de leur puissance, être utilisés qu'à la surface ou dans les galeries aboutissant au jour ou au puits d'extraction.

Treuils. — L'une des premières installations du genre est celle qui a été faite, en 1880, par la maison Gramme à *la Péronnière* (Loire) : elle fonctionne encore parfaitement, bien que dans des conditions difficiles.

Une machine à vapeur, tournant à raison de 65 révolutions par minute, actionne deux génératrices, situées au jour et faisant 1.300 tours. Quatre câbles conducteurs amènent le courant à deux réceptrices, situées à 1.200 mètres de là, qui actionnent elles-mêmes un treuil par l'intermédiaire d'une poulie de friction en papier. Pour simplifier la partie électrique, les dynamos tournent toujours dans le même sens, et les manœuvres du treuil s'exécutent par des embrayages et des changements de marche mécaniques, comme s'il était mû par une courroie. En comparant le travail brut de la vapeur dans le cylindre au travail utile en houille élevée, on a trouvé 12,2 °/o comme rendement avec une seule benne, 26,1 °/o avec quatre. L'installation, suffisante pour élever 1.900 kilo-

grammes de houille en 151 secondes à 40 mètres de hauteur, a coûté 25.325 francs, sans compter le câble (3 francs par mètre pour les endroits humides, 1 fr. 25 pour les endroits secs).

Aux mines de *Faria* (Brésil), un treuil de 10 chevaux, analogue au précédent, mais dans lequel les manœuvres sont assurées par une combinaison d'embrayage Mégy, fonctionne avec un succès complet.

Dans les houillères d'*Albercanaid* (pays de Galles), MM. Crompton et Howell ont installé un treuil, que représente la figure 13. La génératrice du type Crompton compound marche à 550 tours, 100 ampères, 800 volts. La réceptrice, située à 3.000 mètres de la première, du même type Crompton, mais en série, tourne à raison de 600 tours, avec 450 volts et 80 à 160 ampères. Cette installation remplace 27 chevaux, dessert un roulage de 100 tonnes par jour, avec un rendement de 65 °/₀, et a coûté deux fois moins qu'une installation équivalente à l'air comprimé ne rendant que 30 °/₀.

Dans les mines de houille de *Llarnech* (Mommontshire), l'électricité est transmise d'une génératrice extérieure, par un câble isolé sous plomb, le long d'un puits de 220 mètres et d'une galerie de 670 mètres, très humides, à une réceptrice du type Immish, qui actionne, par un ancien treuil transformé, un roulage de bennes sur rampes de 1/8 et 1/12, de 270 mètres de longueur. Malgré les frottements trop élevés du tambour et de son câble, le rapport du travail de traction sur le câble au travail indiqué par la machine motrice est d'environ 50 °/₀.

Ce qu'on recherche maintenant dans les treuils de construction récente, c'est une forme aussi condensée que possible. On renonce aussi à l'uniformité dans le sens du mouvement de la dynamo.

C'est dans cet esprit qu'a été conçu, par M. Picou, le treuil fabriqué par la Société Edison de Paris, pour les mines d'*Anzin*, où il remonte sur un plan incliné un truck porteur d'une berline. La dynamo, du type cuirassé, dont les fils et l'induit sont bien protégés, dont les balais sont en charbon, actionne par un engrenage hélicoïdal un premier arbre, qui attaque celui du treuil par un engrenage à chevrons. Une poulie à gorge reçoit le câble, qui n'y fait qu'un demi-tour, le poids du chariot étant en partie équilibré par un contrepoids attaché à l'autre bout du câble. L'appareil est manœuvré par un inverseur et un rhéostat à liquide, à l'aide d'un seul levier, qui ouvre graduellement le circuit avant de faire l'inversion du courant : on évite ainsi complètement les étincelles et les à-coups.

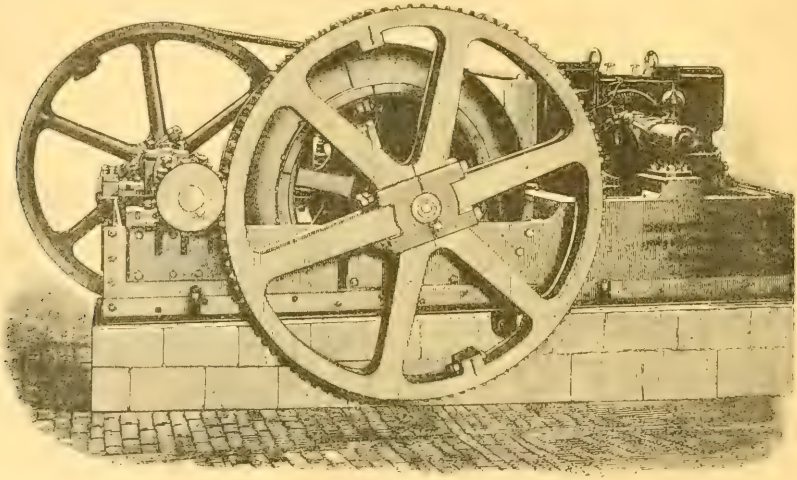


Fig. 13. — *Treuil électrique Crompton et Howell.*

Dans le treuil *Thomson-Houston*, la dynamo actionne le tambour par des engrenages simples. Le commutateur de changement de marche est commandé par un levier distinct de celui du rhéostat de réglage. Un levier de débrayage permet de descendre la charge au frein.

Locomoteurs. — Le premier appareil du genre qui ait circulé dans les mines ne remonte qu'à 1882 : il a été monté par la maison Siemens et

Halske dans la houillère de *Zaukeroda*, près Dresde. Il est constitué par une réceptrice, reliée par des engrenages aux deux essieux qui sont moteurs. Le courant, amené d'une génératrice de 15 chevaux, est pris, sur deux rails en fer à T renversé, par des frotteurs à ressorts. Les trains, composés de 10 à 15 wagons, pesant vides 250 kilogs. et contenant 500 kilogs, de charbon, sont remorqués à la vitesse de 9 à 10 kilom. à l'heure en palier. Pour une extraction de 400 tonnes en seize heures, la tonne kilométrique est revenue à 0 fr. 2600 avec roulage à la main, 0 fr. 1563 avec roulage par chevaux, à 0 fr. 1134 avec l'électricité. L'économie est notable.

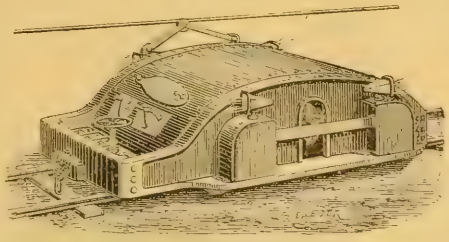


Fig. 14. — *Locomoteur van Depoële, type surbaissé.*

Locomoteur de Marles. — Ce locomoteur est construit par la Société Edison, sur les plans de M. Picou. L'arbre de la réceptrice, parallèle à la voie, porte un pignon, qui actionne une roue calée sur un arbre intermédiaire; ce dernier, par deux engrenages hélicoïdaux, commande les deux essieux, qui sont ainsi moteurs. Par-dessus la machine se trouve le rhéostat, dont le volant de manœuvre est horizontal, ainsi que les leviers d'interruption et de changement de marche. Le courant est pris par deux frotteurs sur une voie aérienne formée de vieux rails.

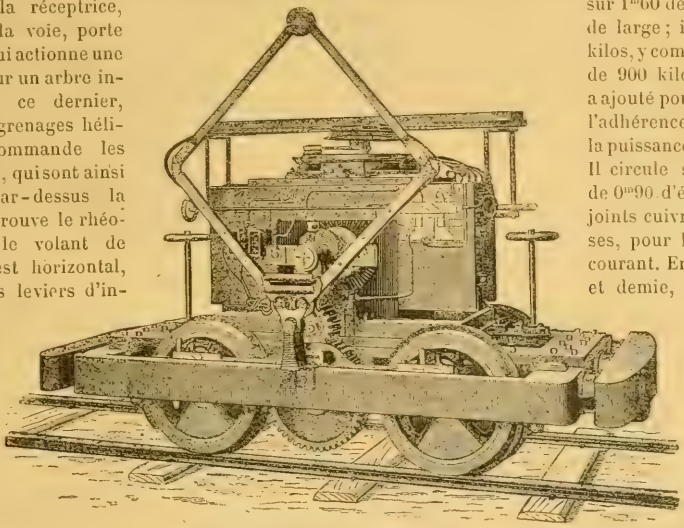


Fig. 15. — *Locomoteur Schlesinger (houillère de Lykens Valley).*

Le locomoteur, de 2 mètres de longueur, 0m75 de largeur, 0m60 d'écartement d'essieux, circule dans une galerie de 1m75 de hauteur, sur une voie de 0m60, en rails de 10 kilogrammes, à courbes très raides. Il remorque jusqu'à 25 berlines de 700 kilogrammes chacune, à une vitesse de 8 kilomètres à l'heure en palier. Il fonctionne bien, malgré les irrégularités de la voie, qui donnent des chocs incessants, auxquels on n'a pu parer par l'emploi de ressorts de suspension, emploi que rend difficile la rigidité de la transmission des dynamos aux essieux.

Locomoteur Schlesinger. — Ce locomoteur est le premier qui ait été appliqué en Amérique; il date de 1888, époque à laquelle il a été installé dans les houillères de *Lykens Valley* (Pensylvanie). La force motrice est fournie par deux machines à vapeur Armington de 60 chevaux, actionnant une génératrice Thomson-Houston de 50 chevaux sous 220 volts. Le courant est amené par des câbles et un trolley à la dynamo réceptrice de 40 chevaux, qui transmet son mouvement aux deux essieux, d'ailleurs accouplés, par un train d'engrenages et deux manivelles à 90° calées aux extrémités de l'armature. Le locomoteur (fig. 15) a 2m90 de long sur 1m60 de haut et 1m60 de large; il pèse 6.100 kilos, y compris un poids de 900 kilos, qu'on lui a ajouté pour augmenter l'adhérence et avec elle la puissance de traction. Il circule sur des rails de 0m90 d'écartement, à joints cuivrés aux éclisses, pour le retour du courant. En cinq heures et demie, il roule 700 bennes, parcourt 33 kilom., en changeant 232 fois de marche. Il est conduit par un homme, assisté d'un gamin pour la formation des trains et la manœuvre des aiguilles; il remplace 7 mules et 3 conducteurs, qui n'arrivaient à rouler que 560 bennes en 13 heures.

Locomoteur Van Depoële (fig. 14). — Sa puissance est de 60 chevaux; il est remarquable par sa compacité (1 mètre de haut). Son trolley est à bras articulés, pour suivre le conducteur malgré ses dénivellations. On voit, sur les côtés, quatre lampes

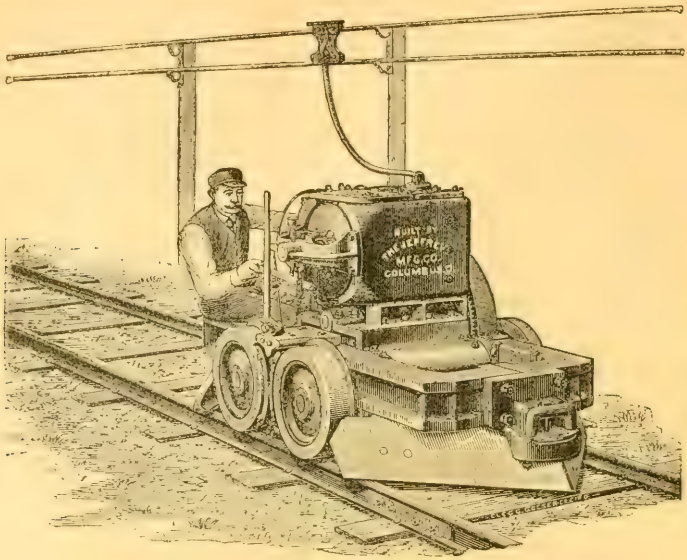


Fig. 16. — *Locomoteur Jeffrey (mine de Shawnee).*

électriques à projecteur parabolique, qui éclairent parfaitement la voie.

Locomoteur Jeffrey (fig. 16). — Il fonctionne avec un plein succès depuis la fin de 1889, avec une force électromotrice de 250 volts, dans les mines de *Shawnee*. Il pèse 5 tonnes, et peut en remorquer facilement 30 sur une rampe de 4 °/₀, à la vitesse moyenne de 10 kilomètres à l'heure.

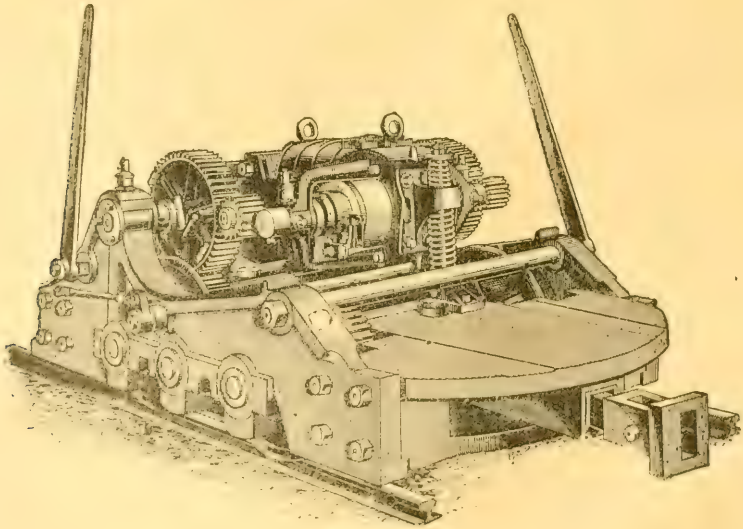


Fig. 17. — *Locomoteur Edison.*

Locomoteur Edison. — La réceptrice de 15 chevaux commande les deux essieux accouplés, par une

transmission suspendue. Il est ordinairement protégé par une enveloppe qui n'est pas représentée sur la figure 17.

Locomoteur Immish et Walker. — C'est un locomoteur-toueur, qui se remorque sur un câble, et qui peut ainsi développer des efforts de traction très considérables à de faibles vitesses. Aux *Wharncliffe Silkstone Collieries* un locomoteur de 10 chevaux, pouvant en développer 20, remorque environ 3 tonnes sur une longueur de 450 mètres, à la vitesse de 5 kilomètres sur rampe de 1/9.

Tous ces exemples prouvent combien la traction électrique s'adapte bien aux besoins des mines. Étant donné le succès de l'électricité pour les transports à la surface, et ses qualités spéciales qui la rendent encore plus propre aux transports souterrains, comme l'absence de fumée, on pouvait prévoir la chose. En thèse générale, nous estimons, pour notre part, qu'une mine, ayant sur une voie donnée un roulage important à effectuer, doit trouver son avantage à s'adresser à l'électricité [1].

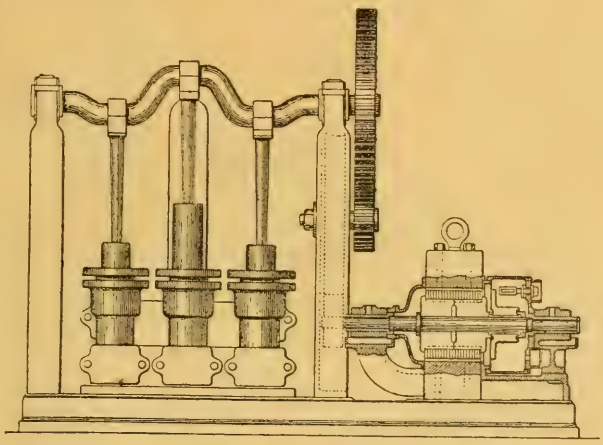


Fig. 18. — *Pompe Goolden.*

[1] Comme le dit M. G. Richard (*Lumière Électrique*, T. XLII, p. 21) : « La supériorité de l'électricité pour la traction souterraine sur le travail manuel ou celui des chevaux ne saurait, je crois, être mise en doute, tant au point de vue de l'économie qu'à celui de la sécurité de l'exploitation; et il suffira de se rappeler la complication, le mauvais rendement et le prix d'établissement élevé des grandes tractions par chaines et par câbles pour admettre qu'on leur aurait certainement préféré l'électricité, si les électro-moteurs avaient existé à l'époque de leur établissement. » La traction électrique par câbles existe cependant : à la mine de lord Durham (Angleterre), une machine électrique, pouvant développer 40 chevaux en faisant 650 tours à la minute, attaque par l'intermédiaire de deux couples d'engrenages, une poulie à gorge de 2m,50 de diamètre, sur laquelle passe un câble sans fin, qu'elle meut à une vitesse de 4 milles à l'heure, et auquel on accroche les wagons à mesure qu'ils sont prêts. Mais il vaut mieux employer les locomoteurs, qui donnent un rendement plus grand.

Les accumulateurs, employés pour alimenter les dynamos de certains tramways électriques, sont, en général et fort justement, semble-t-il, considérés comme inapplicables aux locomoteurs miniers, en raison de leur poids, de leur encombrement et aussi de leur usure rapide sous l'influence des vibrations, inévitables avec les voies souterraines.

V. — Épuisement.

Pour assurer ce service, on emploie ordinairement des pompes foulantes, étagées dans un puits spécial, et dont les pistons sont actionnés par une tige rigide et massive, qui oscille verticalement, sous l'action d'une machine à balancier installée à la surface. Comme tout cet ensemble ne peut travailler qu'à faible vitesse, il faut racheter le petit nombre de coups qu'il donne à la minute par un gros débit à chaque course du piston. On est ainsi amené à donner au corps de pompe une grande hauteur et un gros diamètre : il en résulte un matériel très massif, coûteux à installer, difficile à réparer.

Pour éviter cet inconvénient, on a quelquefois recours à des pompes plus condensées, plus rapides, du type de Quillacq, installées au fond, et recevant leur vapeur de chaudières situées à la surface. Mais les conduites de vapeur, encombrantes, donnant souvent lieu à des fuites difficiles à réparer, sont toujours le siège d'une condensation et d'une perte de pression qu'on peut évaluer à 15 % pour une profondeur de 250 mètres, à 30 % pour une profondeur double. Si l'on songe qu'une transmission électrique très ordinaire donne un rendement de 70 % pour des parcours incomparablement plus longs, on trouvera que l'emploi de l'électricité était tout indiqué, sans compter qu'il devait permettre d'alléger encore beaucoup les pompes, en les faisant marcher à leur plus grande vitesse possible. C'est effectivement ce qui a été fait, en même temps que, pour mettre le travail des pompes plus en rapport avec le travail constant de la dynamo, on a supprimé les points morts, en multipliant les corps de pompe et en calant convenablement les manivelles sur l'arbre moteur.

C'est dans cet esprit que sont conçues la pompe de la *Gould Mining Co Seneca Falls N. Y.* et la pompe *Goolden*, chacune à trois pistons plongeurs verticaux. La seconde, employée à la houillère d'*Allhalows* (Cumberland) et représentée par la figure 18, a

sa dynamo complètement enfermée; elle refoule 540 litres par minute, sous une charge de 180 mètres, à travers un tuyau de 1.550 mètres de longueur. La dynamo génératrice a une force de 20 chevaux électriques; le rendement (rapport de la puissance effective de la réceptrice à la puissance effective de la machine à vapeur) atteint 76,5.

La pompe de la *Jubilee Colliery* (fig. 19) a ses deux corps de pompe horizontaux. Sa génératrice, du système *Oldham*, donne environ 38 chevaux électriques; la réceptrice, du même type, à peu près 35.

voyant l'eau soit à la surface, si elle n'est pas trop haut, soit dans l'un des collecteurs des grandes machines fixes.

On peut actionner la pompe par un solénoïde sectionné, comme on actionne une perforatrice. Dans le système de M. Van Depoële (fig. 20), qui est assez usité aux États-Unis, l'armature du solénoïde est calée sur la tige de la pompe. Le même électricien a proposé de faire de cette armature le propre piston d'une pompe à double effet; mais nous ne croyons pas que le système ait été appliqué.

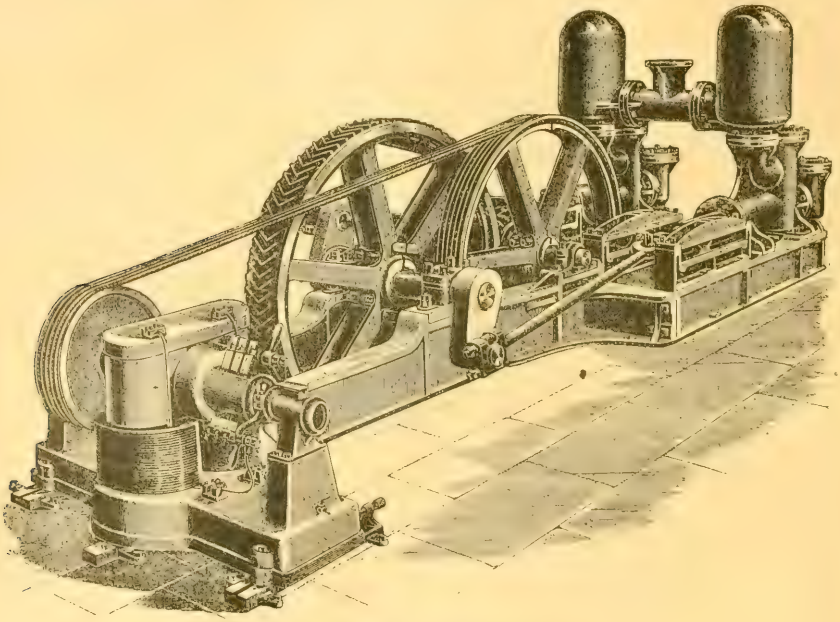


Fig. 19. — *Pompe de la Jubilee Colliery.*

Cette dernière conduit, par une transmission à cordes et engrenages, les deux pistons, dont le diamètre est de 230 millimètres et la course de 760, et qui refoulent, à raison de 35 tours par minute, 43 litres d'eau par seconde, sous une charge de 42^{m}70. Dans un essai effectué le 23 janvier 1891, on a trouvé pour le rendement, défini comme plus haut, 85 %, ce qui est très beau.

Sans abandonner la dynamo comme moteur de la pompe, on peut avoir recours, pour les petites profondeurs, à une pompe centrifuge directement attelée sur l'arbre de la dynamo. On y trouve l'avantage d'avoir un ensemble très compact, très robuste et donnant un grand débit, sans compter que sa grande mobilité le rend très propre à assurer l'épuisement d'un chantier provisoire, en ren-

VI. — Aérage

L'aérage est ordinairement assuré par des ventilateurs puissants, installés à l'orifice de puits spéciaux, le plus souvent fort éloignés du centre de l'exploitation. Aussi y aurait-il, dans bien des cas, avantage à supprimer l'usine de force motrice, entretenue près du ventilateur pour l'actionner, et à envoyer à ce dernier l'énergie nécessaire, d'une station centrale; l'emploi de l'électricité est alors tout indiqué [1].

Indépendamment de ces grands ventilateurs, qui donnent l'air à tout un quartier d'exploitation, on

[1] On peut citer, dans le genre, le ventilateur du puits Saint-Claude à Blanzy, actionné dès 1881 par deux machines Grammo

emploie aussi des ventilateurs moins puissants, qu'on installe à l'intérieur de la mine, par exemple pour aérer des chantiers en cul-de-sac. Jusqu'à présent, ces ventilateurs étaient mus à bras d'homme ou par l'air comprimé ; il est préférable de les faire actionner par une dynamo. On peut alors utiliser les divers ventilateurs électriques : *Crooker Wheeler motor C° N. Y.*, *Simonds Manufacturing C°*, *Kintner*, *Lundell*, *Beers*, *Bennett*, *Hill*.....

Ces ventilateurs souterrains peuvent parfois prendre une importance considérable. Ainsi, dans les houillères de *Zaukeroda*, à 400 mètres de profondeur, un ventilateur *Schiele*, de 0m,96 de diamètre, débitant 178 mètres cubes d'air à la minute, à la pression de 20 millimètres, avec une force de 1 ch. 66, reçoit son mouvement par l'intermédiaire d'une courroie, d'une dynamo à laquelle le courant arrive d'une génératrice Siemens, située à 757 mètres d'elle, actionnée par une machine à vapeur Dolgorouki faisait 800 tonnes par minute.

nateurs synchronisés Westinghouse marchant à 3.000 volts. Pour l'exploitation des placers, la *Bennett amalgamator C° de Sumint* (Colorado) construit un excavateur-amalgamateur mû par l'électricité.

Cette dernière joue quelquefois, dans la préparation mécanique, un rôle plus spécial que celui de moteur : c'est ce qui arrive dans les trieurs magnétiques. On peut citer : le trieur *Friedrichssegen* (Allemagne), pour séparer les minerais de fer de la blende ; le trieur *Jaspar*, qui permet de traiter 20 tonnes de matière brute en 10 heures, sans demander plus de 2 chevaux ; le trieur *Westrom*,

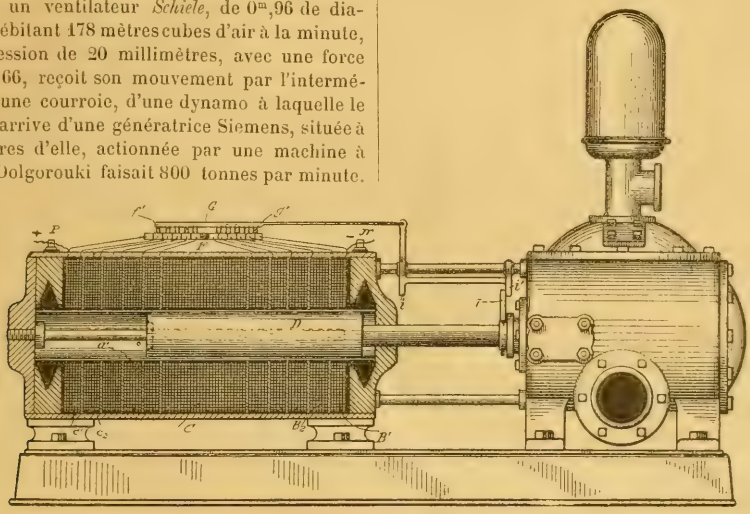


Fig. 20. — *Pompe directe van Depoële* (1891). — D, armature ; *a'*, tube de bronze. — C, bobine du milieu toujours excitée, qui magnétise fortement l'armature D et l'enveloppe en fer du solénoïde. — $B^1, B^2, \ldots C^1, C^2, \ldots$ deux séries de bobines latérales ; — f^1, g^1, touches du commutateur séparées par un isolant F. — G, barre du commutateur. — I, taquet ; *i*, *i'*, butées du taquet.

VII. — Préparation mécanique

Sur le carreau de la mine, le minerai reçoit ordinairement un traitement destiné à le débarrasser des impuretés qui seraient transportées en pure perte et à le classer en diverses catégories. Les opérations de cette préparation mécanique, fort diverses avec la nature du minerai, exigent parfois une force motrice très considérable. On aura tout intérêt à la demander aux forces hydrauliques voisines, transportées électriquement à l'atelier de préparation mécanique.

A *Aspen* (Colorado), des broyeurs sont actionnés par des dynamos. La *Gold King Company* de *Telluride* (Colorado) a installé, il y a 3 ans, un bocardeur de 100 chevaux à une altitude de 3.300 mètres, inaccessible aux combustibles, bois ou charbon ; la transmission s'opère au moyen de deux alter-

employé en Suède ; le trieur *Smith*, pour la purification du quartz et du kaolin ; les trieurs *Edison*, *Thompson et Sanders*...

Ces applications diverses de l'électricité, dont nous venons d'épuiser la liste, se trouvent parfois plus ou moins réunies dans une seule mine[1], où l'électricité peut, en outre, être utilisée sous d'autres formes (éclairage, téléphones, sonneries, signaux) qui sont bien connues, et que nous n'avons d'ailleurs pas à décrire ici, car elles n'ont pas le caractère mécanique de celles que nous nous sommes donné pour mission d'étudier.

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des mines.

[1] A citer notamment les mines de *Faria* (Brésil), *Dalmatia* Californie), *Aspen* et *Virginius* (Colarado), *Arizona* (Etats-Unis), la mine de *lord Durham* (Angleterre).

LES TOXINES

MÉCANISME DE LEUR ACTION

Dans le domaine des sciences expérimentales, comme, du reste, sur d'autres terrains, tout chercheur soucieux du progrès a pour devoir, lorsqu'un fait d'une portée générale vient d'être établi, de s'attaquer à ce fait, de l'étudier, de l'analyser jusque dans ses moindres détails. Or, à certains égards, il ne semble pas que les bactériologistes aient toujours rempli scrupuleusement cette obligation.

Personne ne met plus en doute, et cela depuis plusieurs années, les propriétés morbifiques des sécrétions microbiennes; on sait, de science sûre, que, pour provoquer la maladie, les agents pathogènes usent, avant tout, des substances chimiques qu'ils fabriquent. On a reproduit des accidents caractéristiques en injectant ces substances, au lieu d'inoculer les infiniment petits; on a constaté que dans l'organisme, aussi bien que dans les milieux de culture, les germes donnent naissance à ces corps que l'on englobe le plus souvent sous le nom générique de *toxines*. Le Professeur Bouchard a prouvé que ces principes s'éliminent par la voie rénale: Charrin et Rüffer les ont décelés dans le sang. Depuis lors, en particulier pour le tétanos, pour la diphtérie, etc., Camara Pestana, Immerwahr, etc., ont réalisé des constatations de même ordre.

Le fait n'est donc plus discutable: il n'est nullement nécessaire, désormais, de se dépenser en efforts pour mettre en évidence la puissance nocive des produits bactériens, lorsqu'on se borne à les introduire chez un animal jusqu'à ce que mort s'ensuive. La donnée générale est acquise : les désordres morbides dérivent de la pénétration dans les viscères des poisons engendrés par les microbes; à cet égard, la cause est entendue, du moins si l'on s'en tient, comme, du reste, on le fait habituellement, aux phénomènes élémentaires. En répétant constamment l'expérience qui consiste à tuer un sujet quelconque de laboratoire en lui administrant des cultures stérilisées, on s'évertue à marquer le pas sur place.

Il convient cependant de ne point oublier que des modifications aussi nombreuses que diverses se développent, dès que l'équilibre des forces vitales, gage nécessaire de la santé, est rompu; par une série d'étapes, on aboutit à la guérison ou à la terminaison fatale.

Il importe d'étudier ces étapes, de déceler, dans leurs plus petits détails, les phénomènes qui se déroulent. En agissant de la sorte, l'esprit trouve une ample satisfaction, la science progresse; en outre, on combat plus efficacement les accidents, quand on a saisi leur genèse : la pratique comme la théorie réclament ces recherches.

I

Les désordres causés par l'infection répondent à trois catégories principales de faits : les lésions des tissus, les altérations des liquides, les perturbations fonctionnelles des appareils. A moins de revenir aux actions de présence, on doit admettre que les bactéries, au cours des fièvres ou de toute autre affection parasitaire, pour créer la maladie, modifient la structure des viscères, la composition des humeurs, le jeu des systèmes; de là l'obligation d'examiner le rôle de ces bactéries ou de leurs sécrétions au point de vue de l'anatomie, de la chimie, de la physiologie pathologiques.

Les travaux concernant les changements apportés dans la disposition des cellules par la pénétration des toxines sont relativement nombreux: à cet égard, il y a lieu d'atténuer le reproche formulé à l'endroit du défaut d'études détaillées.

On a établi la part qui revient aux substances microbiennes dans la production de l'inflammation: ces substances ont paru susceptibles de se comporter à la façon des agents d'irritation: elles font naître l'œdème; elles sollicitent la diapédèse; elles attirent ou repoussent les organites mobiles ou mobilisés; elles nécrosent quelques-uns d'entre eux, amenant ainsi la formation du pus; elles font dégénérer les épithéliums, pendant qu'elles poussent à la multiplication directe ou indirecte.

Si les bactéries elles-mêmes sont présentes, ces phénomènes s'accentuent; la phagocytose se montre: la lésion locale, qui, le plus souvent, n'est autre chose que l'indice de la défense de l'économie, se réalise.

Il y aurait beaucoup à dire sur la signification, sur la portée générale, sur les causes, sur le mécanisme, sur les conséquences de cette lésion locale, dont la nature a été si bien comprise, si bien interprétée par le Professeur Bouchard; toutefois, pour la mettre complètement en valeur, l'intervention des parasites vivants est à peu près indispensable: or, ici, notre but est, avant tout, de placer en évidence la part qu'il faut attribuer aux sécrétions de ces parasites dans la genèse des perturbations multiples dont l'ensemble constitue l'état morbide.

J'ai pu montrer, dès 1888, l'action de ces sécrétions sur le rein, établissant qu'un viscère donné

chez un animal déterminé, peut, sous l'influence d'un virus unique, offrir les altérations les plus disparates : inflammation aiguë ou chronique, désordres interstitiels ou parenchymateux, dégénérescence graisseuse ou amyloïde, hypertrophie ou atrophie avec artério-sclérose, thrombose, infarctus, etc.; ces variétés dépendent de la qualité, de la quantité des produits microbiens introduits, de la réaction des tissus, de la durée du mal, de la porte d'entrée de ces produits, de l'âge du sujet, etc.: en tous cas, ici, le mécanisme est simple ; ces corps traversent le filtre rénal pour s'échapper par l'urine; ils détériorent ce filtre à la manière de la cantharide, du mercure, du plomb, etc.

L'étude des changements offerts par les séreuses, péricarde, péritoine, méninges, plèvres, synoviales, etc., n'a pas été oubliée. Au début, on a trop insisté sur la nécessité de la présence de l'agent pathogène; j'espère avoir récemment prouvé que, si ces membranes subissent les effets des principes dérivés de la vie de nos cellules, comme chez les brightiques ou chez les goutteux, elles s'altèrent par le fait du passage, au travers de leurs différentes couches, des éléments extraits des cultures.

Les toxines, diphtéritiques ou autres, provoquent des artérites, des phlébites. — Si les muscles, en général, sont assez résistants, le myocarde semble offrir plus de délicatesse. Au Congrès de Berlin, au cours de la discussion relative aux myocardites, j'ai pu montrer une collection de pièces prouvant que ces toxines sont capables d'engendrer ces myocardites.

En administrant, à plusieurs reprises, des doses successives de poisons bactériens, on a fait naître des myélites diffuses ou systématiques, des névrites, des bronchites, des congestions pulmonaires; on a provoqué des hypertrophies de la rate, d'après Nissen, hypertrophies que l'on considérait comme l'expression de la présence des infiniment petits ; on a placé ainsi la notion toxique à côté de celle du parasite actif.

Cette notion n'est point, du reste, une pure curiosité de l'esprit. Solidement assise, elle conduit à favoriser l'élimination, la destruction, la neutralisation de ces principes nocifs; elle apprend que tout n'est pas terminé, alors même que les germes sont morts; il faut encore compter avec leurs sécrétions parfois très lentes à disparaître; il faut surtout songer à la cellule, à la pathologie cellulaire qui, en dépit des découvertes, demeure la pierre angulaire de l'édifice. Les microbes, leurs dérivés chimiques, constituent, à coup sûr, des agents étiologiques considérables; mais ce qui domine la scène, ce sont les perturbations anatomiques ou fonctionnelles des tissus, quelles que soient d'ailleurs les causes de ces perturbations.

Ces causes, infectieuses, chimiques, physiques, peuvent intervenir sans réussir à provoquer le plus minime dérangement, si elles n'ont pas troublé le jeu des appareils ou changé leur structure; leur suppression ne met pas un terme aux désordres morbides, quand l'organite lésé n'est pas pleinement revenu à l'état normal.

Si telles altérations, à l'exemple de certaines hypertrophies spléniques, semblaient réclamer, pour devenir apparentes, l'activité personnelle des bactéries, tout au moins dans la majorité des cas, il en est qui étaient tenues comme indiquant infailliblement cette activité; certaines entérites accompagnées de l'inflammation des plaques de Peyer, étaient de ce nombre.

J'ai démontré, il y a plus de sept ans, qu'on créait ces lésions en injectant les toxines pyocyamiques dans les vaisseaux. J'ai été heureux de voir Sanarelli, dans son important mémoire sur la fièvre typhoïde, rappeler cette découverte, en constatant que le bacille d'Eberth, localisé d'abord dans les lymphatiques, fabrique des substances qui, en franchissant les tuniques intestinales, les détériorent profondément. Denys, Van den Bergh, ont émis, pour le choléra, une hypothèse analogue.

A diverses reprises, j'ai insisté sur ce rôle d'élimination dévolue à cette partie du canal alimentaire; il y a là, en pathologie aussi bien qu'en physiologie, une importante fonction, d'autant que, dans ce conduit de la sorte altéré, la flore habituelle prend un développement marqué.

A la catégorie des modifications anatomiques d'origine toxique appartiennent également nombre de changements observés du côté du foie ou des capsules surrénales au cours des infections. Ces deux viscères,— Abelous, Langlois, puis Charrin l'ont établi pour ces capsules —, jouent un rôle antitoxique; ce rôle, il est à peine besoin de le signaler, acquiert toute son importance dans des maladies qui ne sont, en définitive, que des empoisonnements.

Il est aisé, en injectant des cadavres microbiens, soit dans les voies biliaires, soit dans la veine-porte, de déterminer des dégénérescences hépatiques variées, avec participation du tissu conjonctif, avec thromboses, artérites, angiocholites, etc.

Les éruptions cutanées, les hémorragies capillaires de la peau, éruptions, hémorragies que font apparaître une foule de poisons d'origine externe, peuvent aussi dépendre de la pénétration des sécrétions bacillaires, privées de tout germe vivant. On a là, une fois de plus, la preuve du rôle indéniable de ces sécrétions dans la genèse des lésions, dans la production des troubles anatomiques.

Le progrès solide exige que l'on connaisse le mécanisme de ces lésions, de ces troubles; il est, en effet, difficile de réparer une brèche faite à une

muraille, si l'on ignore son siège, ses dimensions, les motifs de sa réalisation.

Il serait facile, sans perdre de vue les autres procédés d'intervention propres aux germes, tels que les actions directes, la concurrence vitale, les modifications vasculaires, etc., de développer plus longuement les propriétés nocives des toxines au point de vue histologique. Toutefois, nous l'avons dit, ces modifications des tissus ont été relativement assez étudiées; elles sont assez connues.

Les changements apportés dans la composition des liquides, par le fait de l'introduction de ces toxines, sont plus obscurs ; il importe d'établir leur réalité, d'autant que les résultats acquis aussi bien que les espérances conçues permettent d'entrevoir l'intérêt sans égal qui s'attache à ces recherches.

II

Le sang subit l'influence des produits microbiens et dans ses éléments figurés et dans ses éléments solubles.

Les leucocytes tantôt augmentent de nombre, tantôt diminuent; Rovighi, Biegansky, Pernice, Alessi, Chatenay, Everard, Demoor, Massart, etc., ont établi cette donnée. Pour Botkin, les corpuscules éosinophiles deviendraient plus abondants ; pour Vatkins, les globules rouges apparaîtraient plus crénelés, plus débiles, pendant que les plaques hématiques, d'autre part, seraient plus nombreuses; pour Maurel, les cultures stérilisées détérioreraient ces différents globules; pour d'autres leur isotonie serait anomale.

L'oxygène fléchit de 12, 13, à 8, 9 °/₀ ; je l'ai constaté avec Gley, avec Lapicque, comme j'ai vu, avec Kaufmann, le sucre tomber de 0,940 à 0,710 par litre. — Stintzing prétend que l'eau augmente, tandis que l'albumine diminue ; l'hydrémie accompagne l'hypo-albuminose.

Mais le changement qui prime tous les autres, c'est celui qui se développe lorsqu'on injecte des matières bactériennes de façon à créer l'état réfractaire. Il se produit, dans ces conditions, des substances peu stables, que la dialyse, que des congélations, que la chaleur altèrent, substances dont les unes sont peu favorables à l'évolution des germes vivants, dont les autres, tout en possédant ces qualités réputées bactéricides, agissent sur les poisons microbiens pour les neutraliser, pour annuler leurs effets : ce sont là les principes antitoxiques.

A la découverte des premiers de ces éléments, de ceux qui sont dits bactéricides, se rattachent les noms de Flügge, Nussal, Nissen, Fodor, Buchner, Stern, Zässlein, Gamaleïa, Bouchard, Charrin, Roger, Gottstein, Szekely, Klemperer, Vosvinkel, Czaplewski, Pekelharing, Nestchajew, Emmerich, Fowitzki, Arkharoff, Mosny, Pansini, Kionka, Kanthack, etc. A la découverte des seconds de ces corps, de ceux qu'on appelle antitoxiques, sont liés, avant tout, les travaux de Behring, de Kitasato, puis ceux d'Ehrlich, de Tizzoni, de Cattani, etc.

On sait les heureux effets obtenus dans le traitement de la diphtérie par Behring, Aronsohn, Ehrlich, Wasserman, Kossel, plus tard par Roux, Martin, Chaillou, etc., ou, dans celui du tétanos, de la pneumonie, par des médecins, en particulier par des médecins italiens, en injectant ces substances ou plutôt le liquide qui les renferme, attendu qu'elles ne sont que très imparfaitement connues ; elles existent dans le sang, plus spécialement dans le sérum, comme l'a indiqué le Pr Bouchard ; de là la dénomination de sérothérapie qui a remplacé celle d'hémo ou d'hématothérapie.

Dans une série de recherches des plus importantes, Richet et Héricourt avaient vu que l'on combattait certains virus, au premier rang une septicémie, puis la tuberculose, en introduisant le contenu des vaisseaux de sujets naturellement ou artificiellement vaccinés.

Depuis lors, nous venons de le rappeler, on a beaucoup étudié ce liquide sanguin des individus réfractaires; on a vu qu'en administrant des toxines, en vaccinant des animaux, on faisait naître, dans ce liquide sanguin, ces composés bactéricides ou antitoxiques, grâce à des modifications apportées dans la nutrition. Il est, en effet, bien établi aujourd'hui que ces matières ne sont pas incluses dans les cultures employées pour immuniser. D'une part, ces matières n'apparaissent que plusieurs jours après la pénétration de ces cultures, alors que ces cultures se sont en partie éliminées ; d'autre part, ces cultures subissent, sans perdre totalement leurs qualités de préservation, un chauffage de 100° et davantage, tandis qu'à 70° ces matières bactéricides sont altérées.

Ces éléments procèdent donc de la vie des cellules de l'économie que l'on a rendue résistante aux virus. A ce point de vue, ils dérivent non pas directement, mais bien indirectement des sécrétions bacillaires ; ces sécrétions changent la vitalité de l'organisme, comme le fait le plomb, comme le réalise le poison du germe d'Eberth.

Qu'un ouvrier peintre en bâtiment absorbe des sels plombiques : ses tissus, qui poussaient la destruction des acides jusqu'à l'eau ou CO^2, cesseront de jouir de cette activité; cet ouvrier deviendra goutteux. D'un autre côté, tel individu, très maigre avant sa dothiénentérie, après sa maladie marche

à l'obésité ; ses organites ne brûlent plus les graisses.

Les corps chimiques, d'origine bactérienne ou non, définis ou non, en traversant un être vivant, en séjournant plus ou moins longtemps dans cet être, sont donc capables de modifier sa vitalité, de ralentir ou d'accélérer sa nutrition. Or, cette nutrition consiste, pour les éléments figurés, à puiser dans les plasmas ce qui leur convient, à assimiler, à retenir ce qui leur est nécessaire, à rejeter le superflu. Les plasmas sont donc fatalement, forcément, ce que les font ces éléments figurés : ils sont sous leur dépendance immédiate.

Aussi est-on surpris d'entendre parler, à propos des doctrines de l'immunité, de théories cellulaires opposées à des théories purement humorales, car on saisit mal une théorie purement humorale, non cellulaire. Si l'on fait usage de ce mot « humoral », c'est pour abréger le discours, en supposant que tout le monde comprend. Comment concevoir, chez l'animal, des humeurs sans relation avec les cellules? Comment dans ces humeurs faire apparaître des corps bactéricides ou antitoxiques, alexines, antilysines ou autres, sans la participation de ces cellules? Autant vaudrait remonter à la génération spontanée! Autant croire au *quidquid e nihil !*

Non, il n'y a, à certains égards, que des théories cellulaires; les unes expliquent l'immunité par des actions d'inclusion, de digestion des parasites au sein de ces cellules; les autres imaginent que ces cellules font que les plasmas renferment des principes défavorables aux agents infectieux ou à leurs produits.

Ces principes sont surtout nuisibles aux infiniment petits capables d'engendrer le mal dont on a cherché à préserver l'organisme; autrement dit, ces principes, s'ils sont nés à la suite d'une vaccination contre le bacille de Löffler, seront plus dangereux pour ce bacille que pour tout autre. Toutefois, il en est dont l'action s'étend à d'autres virus.

Avec Courmont, j'ai vu le sérum des lapins rendus réfractaires au germe du pus bleu atténuer la bactéridie charbonneuse. Szekely, Szana, soutiennent que les humeurs des sujets immunisés contre la rage détruisent le *B. prodigiosus*. Cesaris-Demel et Orlandi ont fait des constatations analogues pour les microbes de la dothiénentérie ou du choléra; telle anti-toxine agirait sur des venins.

Quoi qu'il en soit, en ce qui concerne l'origine de ces produits protecteurs, on s'apercevra, si l'on veut prendre la peine de jeter un coup d'œil sur ce que nous avons écrit, que notre opinion n'a pas varié. On sera bien vite convaincu que nous n'avons pas cessé de considérer cette immunité comme une propriété cellulaire. C'est là, du reste, la formule émise depuis nombre d'années par le Professeur Bouchard. Il serait, d'ailleurs, difficile de comprendre, dans certains cas, l'hérédité, la transmission, la durée de ces états réfractaires, en rattachant ces phénomènes à une simple modification des humeurs, c'est-à-dire de ce qui ne vit pas.

Le sang, sous l'influence des toxines, subit encore d'autres modifications. D'après Fodor, son alcalinité augmenterait. Je n'ai pu réussir, malgré le concours éclairé de R. Drouin, à constater, à cet égard, des différences très appréciables durant la maladie pyocyanique. — Pour Maragliano, les sels du contenu vasculaire, le chlorure de sodium plus particulièrement, seraient en décroissance.

III

D'autres liquides organiques sont également soumis à des changements, lorsqu'on injecte des sécrétions microbiennes.

Le volume de la lymphe, à en croire Gaertner, Rœmer, est en ascension; or, nul n'ignore l'importance considérable de cette lymphe, importance bien mise en lumière par les travaux d'Heidenhain et de son École.

L'urée, l'acide phosphorique de l'urine deviennent plus abondants, tandis que le chlore suit un mouvement inverse. J'ai nettement enregistré ces oscillations, avec l'aide de Chevallier, chez des animaux dont la température centrale atteignait 40°, 41°, à la suite de la pénétration de principes d'origine infectieuse. — Ces températures prouvent, ainsi que nous l'avons établi, Rüffer et moi, que les toxines sont capables de provoquer l'hyperthermie, l'élément le plus saisissant de l'état fébrile.

Si l'on veut bien se souvenir que, dans l'accès pyrétique de l'homme, le plus ordinairement, les variations urinaires concordent avec celles que nous avons indiquées; si, en outre, on remarque, d'une part, que, pendant l'évolution de cet accès, l'oxygène fléchit, alors que CO^2 s'accroît; si, d'autre part, on rapproche ces données des expériences de Le Noir et Charrin qui ont observé, après l'introduction de cultures stérilisées, des modifications identiques au point de vue de la respiration, on reconnaîtra aisément que ces cultures stérilisées, autrement dit les produits bactériens, engendrent la fièvre.

Trop fréquemment, on confond l'élévation thermique avec cet état fébrile. Cette élévation n'est qu'un seul des éléments de cet état qui, de plus, se caractérise par des changements dans les échanges nutritifs, dans les déchets de l'urine. Or, ici, ces changements existent; l'analyse chimique corrobore l'indication du thermomètre.

Les indications du thermomètre conduisent parfois à des notions inverses: l'hypothermie remplace l'hyperthermie. Le Professeur Bouchard, sui-

vant la nature des toxines utilisées, a vu ces deux accidents se réaliser. En dehors du choix de la sécrétion bacillaire, la dose injectée, la porte d'entrée choisie, la rapidité de l'opération, constituent des causes de variations.

D'ailleurs, en collaboration avec d'Arsonval, nous avons mis en évidence, grâce au calorimètre compensateur, les influences diverses exercées par les matières bactériennes sur les sources intimes du calorique.

Les substances chimiques, nées de la vie des germes, agissent sur les liquides glandulaires. Le plus grand nombre fait baisser, conformément à ce que j'ai signalé avec Rüffer et Sherrington, le volume de la bile; quelques unes altèrent sa constitution, diminuent sa richesse, d'après Pisenti, en principes solides. Cette notion n'est pas négligeable, car, d'un côté, tout le monde connaît les fonctions antiseptiques de cette bile; d'un autre côté, le rôle de la flore du tube digestif s'accroît de jour en jour.

La mydaléine, que fabriquent certains ferments figurés de la putréfaction, agit sur la source des larmes; des toxines spéciales jouissent de propriétés identiques, soit à l'égard de la salive, soit vis-à-vis des sucs de l'estomac.

Les liquides intestinaux tantôt sont en plus petite quantité, tantôt, au contraire, deviennent plus abondants. A ce sujet, ainsi que nous l'avons signalé, il y a lieu de tenir compte des éliminations qui se font au travers des parois du conduit alimentaire; parmi les principes formés par les agents pathogènes, il en est qui se rendent directement du sang dans la lumière de ce conduit.

Les modifications sanguines, lymphatiques, urinaires, thermiques, glandulaires, respiratoires, digestives, etc., s'accompagnent de désordres circulatoires.

Manfredi, Traversa, ont noté l'accélération cardiaque; Kostiurine, Krainsky, ont enregistré une pareille constatation, en administrant la tuberculine ou des corps putrides. — J'ai vu, avec Gley, le cœur changer de volume, se dilater à la fin de l'injection, au point de ne plus battre; des phases d'arythmie précédaient ces perturbations. — Roger a reconnu la diminution de l'excitabilité tant du myocarde que du pneumogastrique.

Les produits bactériens agissent donc sur la fibre cardiaque d'une façon directe; ils interviennent également, dans le jeu de la circulation, d'une manière indirecte, en actionnant la pression, en influençant l'appareil nerveux.

En injectant de la tuberculine à des lapins, le Professeur Bouchard a vu que le fond de l'œil se congestionnait; il a réussi à substituer l'anémie, la paleur, à cette congestion, en poussant dans les vaisseaux des toxines pyocyaniques.

Cette observation a été le point de départ d'une série d'expériences dont l'importance ne saurait échapper à personne, attendu que toute cause propre à régir les vaso-moteurs est capable de déterminer nombre de phénomènes.

Gley et Charrin ont montré que ces principes pyocyaniques élèvent la pression, paralysent les centres dilatateurs, retardent la vascularisation qui survient dans le pavillon de l'oreille du lapin à la suite de l'excitation du nerf auriculaire, accident désigné sous le nom de *réflexe de Snellen-Schiff*.

Si l'on remplace ces principes du bacille du pus bleu par ceux du germe de la tuberculose, on provoque des perturbations d'ordre opposé; on facilite l'élargissement des capillaires; on abaisse la tension. Cet abaissement ne nous donne-t-il pas la clef des palpitations des phtisiques? Le cœur, suivant la loi de Marey, n'accélère-t-il pas sa marche, quand l'effort à réaliser diminue?

Ainsi, grâce à ces travaux de physiologie pathologique, qui demandent qu'on analyse dans les moindres détails les troubles symptomatiques, grâce aux méthodes que nous ne cessons de préconiser, grâce aux recherches qui exigent que l'on étudie les corps d'origine bactérienne, comme on étudie, en toxicologie, en pharmacodynamie, le curare, la strychnine, par exemple, on arrive à savoir pourquoi et comment tel désordre, en particulier, apparaît: on n'est plus obligé de s'en tenir à la formule aussi vague que générale : « Les microbes créent la maladie à l'aide de leurs sécrétions. »

Le plus souvent, que constate-t on au cours de ces pyrexies infectieuses? On enregistre de la fièvre, de l'albuminurie, de la diarrhée, des sueurs, des modifications circulatoires ou respiratoires, des phénomènes nerveux. Or, à la faveur des expériences dont nous proclamons l'utilité, on saisit les raisons de ces symptômes. On n'est plus étonné de voir l'état fébrile s'installer, puisque l'on a appris que les substances bacillaires favorisent l'élévation de la température, l'augmentation de l'urée, de l'acide phosphorique, la diminution du chlore, imprimant aux échanges une foule de variations.

On est à même d'expliquer les différentes classes d'albuminurie, attendu que ces substances bacillaires altèrent le rein en le traversant, ouvrant ainsi la porte aux germes qu'un épithélium intact retient longtemps, attendu que ces substances changent la constitution du sang ou de la lymphe, attendu qu'elles accélèrent ou ralentissent la circulation. On reconnaît ainsi que ces matières sont propres à engendrer les conditions les plus favorables au passage des éléments protéiques dans l'urine : lésions du tissu rénal, surtout des glomérules ou des tubes contournés, adultérations humorales, oscillations de vitesse, de tension; Max Herman,

Von Platters, Overbeck, Nussbaum, Zielonko, Runeberg, etc., en liant tantôt l'artère, tantôt la veine du rein, tantôt l'uretère, ont mis en évidence le rôle des facteurs circulatoires.

Les perturbations intestinales dérivent habituellement soit de l'inflammation des tuniques du canal alimentaire, soit de l'arrivée dans ce canal de principes irritants, soit de phénomènes vaso-moteurs. Or, nous avons établi — est il besoin de le rappeler? — que les toxines s'éliminent au travers de l'intestin, passent de l'intérieur des capillaires dans la lumière de cet intestin, influencent les nerfs des vaisseaux, favorisent la flore digestive, déterminent enfin des entérites variées.

Qu'observe-t-on encore durant l'évolution des pyrexies? On observe une rapidité plus grande, parfois une irrégularité des mouvements respiratoires, des battements cardiaques précipités, arythmiques, dans certains cas des hémorragies, des sueurs profuses, des manifestations nerveuses, etc., etc., toute une foule de désordres que l'on fait apparaître en injectant des cultures stérilisées.

Bruschettini, Nissen ont décelé dans le cerveau, dans la moelle, la présence des produits du bacille de Nicolaïer, ou B. du tétanos; d'autres auteurs ont découvert, dans ces organes, des sécrétions appartenant à d'autres infiniment petits. Dès lors, on comprend la genèse des convulsions, des agitations déréglées, des soubresauts, des paralysies précoces, etc.; ces produits, ces sécrétions agissent à la façon de l'alcool, du plomb, de la plupart des substances chimiques qui, en imprégnant les cellules cérébrales ou médullaires, suscitent l'ensemble des accidents réputés nerveux.

Ferré a montré que le virus rabique, en arrivant dans le bulbe, modifie, en impressionnant les origines du pneumo-gastrique, le fonctionnement du cœur, comme celui des poumons. Courmont, Doyon, Autokratoff, etc., ont nettement mis en évidence, à propos des contractures du tétanos, l'influence des toxines sur les nerfs sensitifs.

IV

Quand on connaît exactement le pourquoi, le comment d'une perturbation organique, on a plus de chance de pouvoir s'opposer avec succès à sa réalisation; on est plus apte à mettre en œuvre la thérapeutique pathogénique, la seule, la vraie thérapeutique.

Si vous n'avez pas substitué la notion toxique à la notion du germe vivant, agissant en personne, vous combattrez ces albuminuries, ces entérites, ces symptômes cérébro-spinaux, en persistant à vous adresser aux antiseptiques proprement dits.

Sans doute, ces antiseptiques sont utiles; ils ont leur heure; mais il arrive un moment où les microbes ont cessé de se multiplier, ou tout au moins un instant où, à côté de ces microbes, les poisons circulent en abondance. Si vous ne favorisez pas leur élimination grâce à la diurèse, à l'action cardiaque, grâce à la mise en jeu des divers émonctoires; si vous n'aidez pas à leur destruction, par le foie, par les capsules surrénales, la tâche ne sera que très imparfaitement accomplie.

Du reste, on veille avec plus de sûreté à la préservation des différents appareils, quand on sait que leur structure, que leur fonctionnement peuvent être mis en péril par l'action des poisons bactériens; or, seule l'étude des propriétés physiologiques de ces poisons permet de prévoir ces dangers.

Au cours d'une infection donnée, on s'inquiétera médiocrement de l'état de la sécrétion biliaire, si l'on ignore que telle toxine altère cette sécrétion. On se préoccupera peu d'interroger la pression, si l'on n'a pas appris que telle autre toxine la modifie. On s'étonnera des congestions, des anémies locales, si l'on ne possède pas la notion des attributs vaso-moteurs des produits bacillaires; on invoquera parfois à tort le mécanisme des réflexes, dont le rôle est limité.

L'existence de ces attributs, à notre avis, constitue une donnée de première importance. Qui commande aux vaso-moteurs influence, en effet, les œdèmes, les épanchements, les stases, la régularité de la circulation, la formation des sucs glandulaires, etc.

Je sais bien qu'on a nié la réalité de ces attributs; toutefois il me sera bien permis de remarquer que les noms de Morat, Arloing, Gley, en pareille matière, dans des questions aussi spéciales, ont une certaine autorité. Or, ces auteurs admettent pleinement que les substances d'origine bacillaire actionnent la contraction des capillaires; la pathologie fournit d'ailleurs une foule de preuves proclamant la réalité du fait. Il est juste, d'autre part, de remarquer que ces expérimentateurs ont fait de ces problèmes de vaso-motricité un objet de recherches sans cesse reprises; il s'agit là d'un domaine maintes fois exploré par eux. Si donc, sur le terrain de la physiologie, nous commettons une erreur, nous aurons du moins l'excuse de nous tromper en bonne compagnie, puisque les physiologistes sont avec nous.

S'il s'agissait de chimiotaxie, je comprendrais les hésitations; j'admettrais même des préférences en faveur de l'opinion de Massart et Bordet; la manière de voir de ces savants, dans ces études de chimiotaxie, pèse, à juste titre, d'un grand poids.

Mais, à chacun son métier : la chimie aux chimistes, la botanique aux botanistes, l'histologie aux histologistes, la médecine aux médecins; à ces conditions, les inexactitudes en microbiologie se feront plus rares.

Il faut savoir combien sont délicates les tentatives ayant pour but d'interroger la circulation des plus petits vaisseaux ; il faut connaître quelle ingéniosité ont exigée, de la part des Chauveau, des Marey, des François-Franck, les appareils destinés à ces travaux! D'ailleurs, puisque le débat pendant est d'essence de physiologie pure, je demande qu'on le soumette à des physiologistes. Si l'on en découvre un, un seul, jouissant d'une autorité indiscutée, qui soutienne qu'il convient de procéder suivant la méthode de nos contradicteurs, non d'après la nôtre, je me déclare vaincu. Je doute même qu'on en rencontre un qui considère que l'essai de nos adversaires, au point de vue technique, constitue une véritable expérience de vaso-constriction ou de vaso-dilatation!

On pourrait développer plus longuement encore les raisons qui conduisent à introduire l'histologie, la chimie, la physiologie dans la bactériologie. Pourtant, les considérations énoncées fournissent déjà un ensemble de preuves respectables. Les résultats acquis, du reste, parlent assez haut.

La découverte des antitoxines, des principes bactéricides, apporte à l'appui de la thèse défendue d'excellents arguments.

Il est encore permis d'indiquer que la mise en évidence des propriétés vaso-constrictives de certaines toxines a fait utiliser ces toxines, non sans succès, par M. Bouchard, à titre d'agents hémostatiques. Avec Teissier, je les ai employées pour relever les défaillances de la pression; avec Gamaleïa, pour ralentir l'inflammation, les exsudations, la diapédèse. On peut également rappeler que ces toxines, le plus souvent si nuisibles pour nos cellules, sont parfois plus dangereuses pour des bactéries; quelques essais heureux de bactériothérapie tendent à le prouver.

Il n'est pas jusqu'aux activités phagocytaires, activités qui se développent sous l'influence de l'injection, au sein de l'économie, des sécrétions des germes infectieux, qui ne conduisent à une mise en jeu plus raisonnée de la révulsion.

V

Ainsi se vérifie, à chaque instant, l'assertion que nous avons si souvent formulée, à savoir que, si l'on applique à la microbiologie les procédés de l'histologie, de la chimie, de la physiologie pathologique, la théorie aussi bien que la pratique y trouvent leur compte.

C'est que, comme nous l'avons noté, en dépit de l'importance des agents pathogènes, la plupart des phénomènes morbides dépendent des modifications des cellules. Mises en présence des germes ou de leurs sécrétions, elles réagissent, se plaignent à leur manière; dans quelques circonstances, elles acquièrent à ce voisinage une vitalité spéciale; elles deviennent capables de produire ce qu'elles ne savaient pas antérieurement engendrer.

L'histoire des mécanismes de l'immunité montre le bien-fondé de cette affirmation dernière; personne ne conteste l'origine organique des matières protectrices, bactéricides ou autres; chacun sait qu'elles dérivent de l'activité des tissus, activité métamorphosée par le passage des toxines.

Pour Courmont et Doyon, la genèse des corps morbifiques ne serait pas différente; ces corps proviendraient de l'économie elle-même, influencée par le contact des produits microbiens. Ce qu'il y a de nouveau dans cette théorie, c'est moins la conception, le fait de la création de substances découlant du fonctionnement des éléments anatomiques soumis à l'action des principes microbiens, que l'application à un cas particulier de cette donnée, absolument établie d'ailleurs au point de vue absolu. — Reste à justifier cette application.

Les auteurs remarquent que, malgré les doses, certains troubles ne se développent jamais immédiatement; il faut toujours qu'un temps plus ou moins long s'écoule entre l'injection des toxines et la manifestation de ces troubles; il existe une sorte d'incubation qui, pour eux, correspond à la durée exigée par l'organisme pour engendrer la véritable matière nuisible.

De fait, quand on introduit des cultures stérilisées, on peut déterminer deux ordres d'accidents. Les uns se déroulent, pour ainsi dire, pendant cette introduction ; les autres, si on a laissé vivre les sujets, éclatent au bout d'un nombre d'heures variable ; dès 1889, nous avons montré, avec Rœffer, que des oscillations thermiques spéciales avaient lieu deux jours après la pénétration des liquides des bactéries.

Des particularités analogues accompagnent la mise en jeu d'une foule de produits, surtout des produits albuminoïdes; aussi les chercheurs qui mesurent la toxicité des humeurs distinguent-ils les effets rapides, instantanés, des effets lointains; Rummo, plus que tout autre, a mis ces détails en évidence. Même avec des composés inorganiques, il est possible d'enregistrer des phénomènes de cette nature; si vous employez tel sel de cuivre, tel désordre ne se révélera que vers la sixième heure ; le cyanure de mercure, quelques nitrates, le plomb, parfois, donnent lieu à des accidents tardifs. Le plomb, par exemple, en dépit des quantités, ne produira l'albuminurie que le lendemain, le surlendemain ou au delà.

C'est qu'il existe des poisons qui, à l'image des alcaloïdes, agissent de suite, s'attaquant de préférence au système nerveux ; pour ces poisons, les symptômes sont proportionnels aux volumes uti-

lisés. C'est que d'autres exigent, avant de susciter des signes anormaux, que la vitalité des cellules soit changée anatomiquement ou fonctionnellement, que des décompositions, des transformations se soient effectuées à leurs dépens; ces composés réclament une incubation que les doses influencent dans quelque mesure, sans que l'on puisse réduire à zéro cette incubation.

Courmont et Doyon supposent que le corps morbifique fabriqué par les tissus, à l'instigation des toxines, est une diastase; ils invoquent, pour justifier cette affirmation, ce fait, que la grenouille, qui prend le tétanos en été, ne le contracte pas en hiver; faute de température, cette diastase n'est pas engendrée. — On peut répondre qu'il s'agit là d'un animal bien spécial, que ces êtres, durant la saison froide, deviennent relativement peu sensibles à une foule d'agents, liquides tétaniques ou autres, on peut répondre aussi que le fait a été contesté.

Les expérimentateurs lyonnais prétendent que, si la pénétration des cultures stérilisées est impuissante à provoquer les spasmes tétaniques d'une façon immédiate, le sang d'un animal qui a reçu ces cultures possède cette propriété; ils concluent que, sous l'action de ces cultures, les éléments anatomiques ont engendré la matière tétanisante. Cette démonstration entraînerait la conviction, si elle n'était passible de plusieurs remarques. Les troubles que ce sang injecté fait apparaître sont-ils réellement le tétanos, ou bien ne constituent-ils, ainsi qu'on l'a soutenu, que de légères trémulations, ou, à la rigueur, des convulsions nullement spéciales ?

Il importe de ne pas oublier que ce sang renferme, en premier lieu, une partie des toxines introduites, en second lieu, une partie des poisons des tissus, poisons d'autant plus nombreux, d'autant plus actifs, que ces tissus sont ceux d'un sujet malade.

Nul n'ignore, en effet, comme l'établissent l'étude des échanges, l'analyse des urines, celle des gaz de la respiration, qu'une affection donnée, toxique, infectieuse, etc., perturbe la vie de l'économie, conduit les cellules à fabriquer des toxiques inusités ou des substances normales en proportions inouïes; ce sont là des faits qui n'ont pas besoin d'être prouvés. — Ces poisons, assurément, ajoutent leurs actions à celles des principes microbiens : je l'ai signalé, il y a longtemps. Toutefois, ces poisons ne sont pas cette diastase spécifique invoquée par Courmont et Doyon; ce sont les déchets indiqués depuis de nombreuses années.

Dans ces conditions, le liquide sanguin détermine fatalement des phénomènes pathologiques, quelquefois plus accentués que ceux qui ont suivi l'arrivée des sécrétions des germes; il n'y a pas lieu d'être surpris de ces résultats; seul, le contraire serait étonnant.

Il importe donc de savoir, avec précision, si l'on est en présence d'un produit caractéristique; or, Conrad Brunner et d'autres, parmi eux un bactériologue qui s'est avec distinction occupé du tétanos, déclarent n'avoir pu saisir les preuves de son existence ; dans la *Semaine médicale allemande* de 1894, p. 100, on trouvera des expériences contraires à la manière de voir des savants lyonnais.

Les toxines pyocyaniques produisent, à l'exemple des autres toxines, des désordres rapides, tels que l'hémostase, la constriction des capillaires; elles engendrent également des accidents éloignés qui, sans être en rapports mathématiques avec les doses, subissent néanmoins leur influence; parmi ces accidents éloignés, l'hémorragie est, à coup sûr, un des plus marquants.

Cet accident étant, pour ainsi dire, l'opposé de ces arrêts de pertes sanguines, constatés immédiatement après la pénétration des cultures stérilisées, on pouvait se demander si les tissus, au contact de ces cultures stérilisées, ne sécrétaient pas des matières nouvelles, jouissant d'attributs contraires à ceux de ces cultures; la théorie de Courmont et Doyon paraissait trouver là un argument. — Pour achever la démonstration, il était nécessaire de faire apparaître, plus ou moins promptement, des extravasations de sang, en injectant, à volume moyen, le contenu vasculaire ou les extraits des tissus des sujets porteurs de ces hémorragies.

Or, si on réalise cette expérience, l'on ne détermine, sauf exception, aucune de ces extravasations, du moins dans les quelques heures qui suivent, tandis que le phénomène aurait lieu, si, à l'instigation des corps bacillaires, les éléments anatomiques avaient déversé, dans ce contenu ou ces tissus, des principes hémorragipares; ce que l'on enregistre, c'est le resserrement des vaisseaux, parfois, le lendemain, des épanchements, hors de ces vaisseaux, simplement parce que, en agissant ainsi, on a également administré des composés pyocyaniques.

Ces hémorragies peuvent, en revanche, s'expliquer par la fatigue qui résulte du spasme des capillaires, fatigue suivie d'un état prononcé de relâchement; elles peuvent s'expliquer par des embolies capillaires, par des variations de pression, par des altérations chimiques du sang, etc., toutes choses faciles à constater dans ce cas particulier.

Nul plus que moi ne tient en haute estime les travaux de Courmont et Doyon; je crois leur théorie possible, probable[1], et cela parce qu'elle est basée

[1] L'injection des humeurs des sujets qui ont reçu les toxines pyocyaniques produit parfois assez vite un trouble spasmodique de la marche, trouble que ces toxines introduites ne causent pas, du moins immédiatement, trouble qui, de temps à autre, s'observe dans cette maladie pyocyanique à forme lente; ce fait dépose en faveur de la théorie de Courmont et Doyon.

sur des phénomènes dont la réalité n'est plus à établir, phénomènes que j'ai contribué à mettre en évidence dans la mesure de mes forces.

Que cette théorie soit un jour placée hors de contestation, c'est là une chose à laquelle je souscris par avance. Ce que je dis, pour le moment, en demandant qu'on ne me fasse pas aller au delà, c'est que les preuves apportées ne sont pas inattaquables, c'est qu'il n'est pas absolument démontré que cette pathogénie s'applique à tous les cas.

Pour l'immunité, il est juste de noter que les toxines, assurément, amènent les cellules à fabriquer des composés inconnus jusque-là, de nature albuminoïde; mais il est juste également de retenir que ce changement exige des jours, qu'il ne se produit pas en quelques heures, comme dans les observations des auteurs de Lyon. —D'autre part, ces cellules conservent, durant des semaines, des mois, des années, le pouvoir d'engendrer les corps bactéricides; il serait nécessaire d'admettre, si on acceptait la manière de voir en discussion, que, pour les substances morbifiques, cette propriété est des plus passagères; si cette propriété était persistante ou même peu durable, comment concevoir ces guérisons qui surviennent au bout d'une ou deux journées?

Malgré les lacunes, malgré les desiderata de cette doctrine si ingénieuse, je ne suis pas éloigné de croire que l'heure est proche où il sera établi qu'elle renferme une part de vérité.

Dr A. Charrin,
Médecin des hôpitaux, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

L'INSTITUT CHIMIQUE DE NANCY

A l'Étranger, les laboratoires universitaires fournissent depuis longtemps aux jeunes gens les facilités nécessaires pour étudier pratiquement la Chimie. Il y a dix ans à peine, aucune de nos Facultés des Sciences ne possédait de laboratoire bien aménagé où les personnes, voulant faire leur carrière de la Chimie, pussent recevoir une solide éducation pratique. Heureusement, enfin, cet état de choses commence à se modifier en France, et il est utile d'appeler sur cette urgente innovation l'attention de tous ceux qui dirigent, dans notre pays, le mouvement scientifique et le mouvement industriel.

Dans l'introduction à son Rapport sur l'Industrie chimique à l'Exposition de Chicago, M. Haller [1] a appelé l'attention sur cette anomalie et indiqué brièvement le but et l'origine de l'Institut Chimique récemment créé à la Faculté des Sciences de Nancy (fig. 1, 2 et 3). Dans l'exposé qui va suivre nous nous bornerons à donner la description de l'ensemble de cet Établissement, la distribution des laboratoires et des cours, l'esprit qui préside à l'enseignement et les épreuves auxquelles sont soumis les jeunes gens qui désirent donner une sanction à leurs études.

Les cours de l'Institut Chimique se divisent en cours de Chimie pure et cours de Chimie appliquée. Les cours de Chimie pure comprennent un cours de Chimie physique (annuel), de Chimie minérale et de Chimie organique (bisannuels) et de Chimie analytique (annuel).

Les cours de Chimie appliquée forment un cycle de trois ans, où sont enseignées la Chimie industrielle (grande industrie chimique, combustibles, métallurgie du fer, céramique, couleurs minérales, etc.), la Chimie agricole (sucrerie, féculerie, distillerie, etc.), enfin la Chimie des matières colorantes organiques et les notions de teinture et d'impression.

La durée des études des élèves de l'Institut Chimique est, pour le moment, de trois ans; ces études comprennent la fréquentation des cours et les travaux pratiques. Les laboratoires sont ouverts tous les jours de la semaine du 3 novembre au 31 juillet, de 8 heures à midi et de 2 heures à 6 heures. Les élèves de *première année* assistent à tous les cours, mais ils doivent porter plus spécialement leur attention sur ceux de Chimie pure où on les initie aux principes de la science. Ces cours forment, en effet, la base de notre science; ils sont indispensables à tout chimiste qui veut se faire une instruction solide et qui veut être, plus tard, dans la spécialité qu'il aura choisie, capable de contribuer aux progrès de son industrie. Pour atteindre ce but, aucune partie de la Chimie pure n'est négligée. C'est ainsi qu'on a organisé un *cours spécial* de Chimie physique; la Chimie se sert de plus en plus des méthodes et des instruments des physiciens; il importe d'initier de bonne heure les jeunes chimistes aux nouvelles idées, si fécondes, qui sont les produits de l'association des deux sciences.

Les manipulations des élèves, faites sous la surveillance d'un professeur et d'un chef de travaux,

[1] *Revue générale des Sciences*, 1894, p. 173.

consistent dans la préparation de produits minéraux et de quelques produits organiques; cinq mois sont ensuite consacrés à l'analyse qualitative et aux éléments de l'analyse volumétrique.

A la fin de juillet les élèves passent un examen écrit, oral et appliqué, sur l'ensemble de la Chimie pure. En cas d'insuccès, ils ne sont pas admis à passer en seconde année.

Outre l'examen annuel, tous les élèves de l'Institut passent un examen oral au bout du premier semestre de chaque année.

Les élèves de *deuxième année* suivent les cours de Chimie minérale, organique et appliquée. Au laboratoire, ils complètent leurs connaissances en analyse qualitative et s'occupent spécialement d'analyse quantitative. Le professeur de Chimie industrielle dirige lui-même leurs travaux. Ils subissent, à la fin de l'année, un examen complet portant sur l'ensemble de la Chimie pure [1].

Un examen oral de Chimie appliquée ouvre l'entrée de la *troisième année*. Dans cette dernière année, l'étudiant se consacre à la Chimie appliquée; au laboratoire il se familiarise avec la Chimie organique dont il apprend les divers procédés analytiques; ensuite, il s'occupe de faire soit un travail original, soit des analyses industrielles. C'est aussi pendant cette année que certains élèves, ayant en vue une fonction ou une industrie chimique déterminée, se spécialisent et se perfectionnent en répétant les analyses ou les opérations qu'ils auront à faire dans la suite. L'examen de fin d'année comprend l'ensemble de la Chimie appliquée. L'Institut Chimique confère un *diplôme de chimiste* aux jeunes gens qui l'ont subi avec succès.

L'Institut Chimique dispense de la première année d'études les jeunes gens qui ont le diplôme de licencié ès sciences physiques. Un cours de *mathématiques spéciales* a été organisé à la Faculté des Sciences; il s'adresse aux étudiants qui veulent pousser jusqu'à cette licence physique, laquelle, d'après la loi de 1889, permet de ne passer qu'une seule année sous les drapeaux. L'étudiant studieux peut en *cinq* années [1] acquérir avec assez de facilité le diplôme de licencié, le diplôme de chimiste et faire son année de service militaire, alors qu'il lui faut *six* années pour obtenir le diplôme de chimiste et accomplir trois ans de service militaire.

L'Institut Chimique de Nancy n'a pas été créé seulement pour les étudiants qui suivent régulièrement les cours et les travaux du laboratoire; il s'adresse à toutes les personnes qui ont fait des études chimiques dans d'autres établissements et qui désirent perfectionner leurs connaissances *pratiques*. Les professeurs sont à la disposition des jeunes ingénieurs, par exemple, dont l'éducation chimique est toujours faite d'une façon trop hâtive. Trop souvent, hélas! dans nos usines françaises, le laboratoire est relégué au dernier plan; s'il ne rend pas tous les services qu'on est en droit de lui demander, c'est que l'ingénieur, obligé de se livrer aux travaux les plus variés, n'y consacre qu'une très minime portion de son temps, celle qui correspond à la petite place que les études de Chimie pratique ont occupée dans l'ensemble de ses études. A ces hommes l'Institut Chimique pourrait être utile; le travail leur serait d'autant plus profitable qu'ils ne seraient astreints à aucune condition d'assiduité, de cours ou de semestres. Moyennant une rétribution proportionnelle à la durée de leur séjour, ils pourraient se faire en peu

Fig. 1. — *Institut Chimique de Nancy. — Entrée principale.*

[1] A la suite de cette épreuve, les élèves qui voudraient quitter l'École reçoivent un certificat constatant leurs connaissances en Chimie générale.

[1] 1° Première année de Chimie et cours de Mathématiques spéciales (2 cours par semaine); 2° seconde année de Chimie et fréquentation de quelques cours de Physique; 3° une année complète de Physique; licence; 4° troisième année de Chimie; 5° année de service militaire.

de temps une solide éducation pratique, dont ils ne tarderaient pas à recueillir les fruits.

Les laboratoires de l'Institut Chimique (fig. 4) sont assez vastes pour donner l'enseignement pratique à 80 personnes à la fois [1]. Les élèves des trois années manipulent dans trois laboratoires distincts, spacieux, bien aérés et bien éclairés. Un laboratoire spécial est affecté aux personnes qui veulent se livrer à des recherches originales. On y adjoindra sous peu un laboratoire de teinture.

Les sous-sols renferment des laboratoires aménagés pour l'analyse des gaz, les recherches physico-chimiques et thermochimiques (pouvoir calorifique des combustibles), une salle de cristallisation, une chambre noire pour les travaux photographiques et plusieurs magasins. Un atelier de menuiserie, un atelier de mécanique, avec son moteur à gaz, complètent l'installation. Une dynamo et une batterie d'accumulateurs permettent l'emploi

Fig. 2. — *Institut Chimique de Nancy. — Côté perpendiculaire au bâtiment que représente la figure 1.*

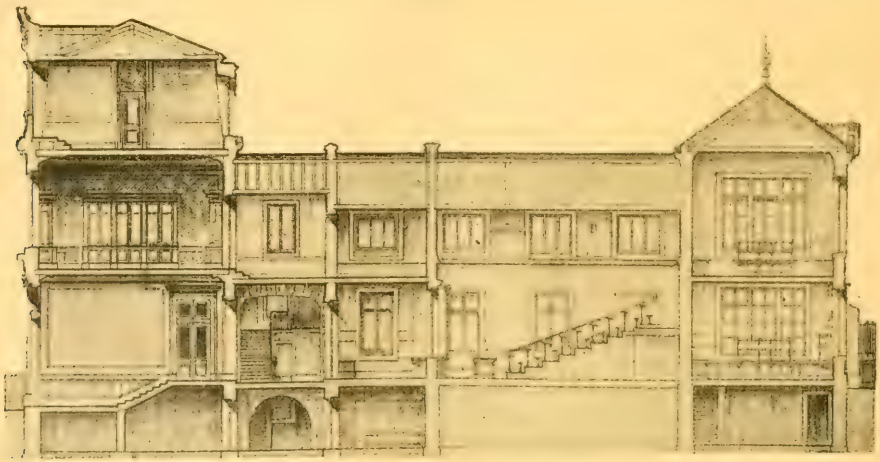


Fig. 3. — *Institut Chimique de Nancy. — Coupe et élévation sur cour.*

[1] Des constructions en cours d'exécution permettront, dès l'année prochaine, de porter le nombre de places à 120.

de l'électricité dans toutes les parties du bâtiment.

Au premier étage trois vastes salles sont occupées par la bibliothèque et par les collections, complément indispensable des cours de chimie appliquée. Grâce aux libéralités de plusieurs fabricants, on a pu y réunir et y classer méthodiquement un grand nombre de produits qui représentent synthétiquement la marche d'une industrie.

Pour fréquenter comme élève tous les cours et travaux pratiques de l'Institut Chimique, il faut être pourvu d'un baccalauréat classique ou moderne ; à défaut de ce diplôme, le candidat doit subir, devant une commission de professeurs, un examen oral portant à peu près sur les matières de l'ancien baccalauréat ès sciences et montrant qu'il est capable de suivre avec fruit les cours de l'École. La rétribution annuelle est de six cents francs, à verser en deux fois chez le percepteur. L'État accorde quelques bourses d'études données au concours.

Profondément convaincus de la nécessité et de l'intérêt qu'il y a d'établir une union étroite entre le corps scientifique enseignant et l'Industrie, les professeurs de l'Institut mettent volontiers leur savoir au service des industriels qui viennent les consulter, mais ils se refusent en général à faire des analyses ; une *station agronomique* indépendante de l'Institut a spécialement été créée dans le but de permettre l'analyse rapide et à peu de frais de tous les produits industriels, agricoles et alimentaires.

Une *École de brasserie*, également indépendante de l'Institut Chimique proprement dit et dirigée par l'un des professeurs, permet d'acquérir en peu de temps les connaissances chimiques et techniques indispensables au brasseur. Le laboratoire de l'Ecole se charge également de toutes les analyses qui peuvent intéresser le fabricant de bière.

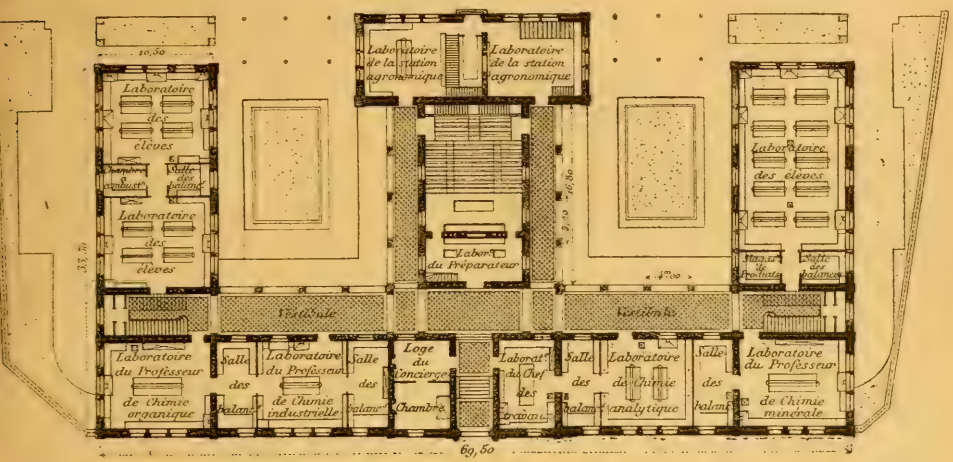


Fig. 4. — *Institut Chimique de Nancy. — Plan du Rez-de-chaussée.*

En résumé, l'Institut Chimique de Nancy, tel qu'il est organisé actuellement, offre toutes ressources à ceux qui veulent faire de bonnes études de Chimie pratique ; nous croyons qu'il peut rivaliser avec n'importe quel établissement similaire de l'étranger.

P.-Th. Muller,
Docteur ès Sciences,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Nancy.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LA SOUDURE DE L'ALUMINIUM. — LA MESURE DES PETITES RÉSISTANCES EN ÉLECTRICITÉ

Le problème de la production industrielle de l'aluminium n'a cessé, depuis quelque cinquante ans, d'être l'objet des incessantes et patientes recherches des savants et des ingénieurs. Leurs efforts ont été, en partie, couronnés de succès. De métal rare, de métal de laboratoire qu'il était, l'aluminium est presque devenu un métal usuel. C'est pendant ces dernières années surtout que les progrès ont été sensibles. La production avait été en 1890 de 50 tonnes; elle a été en 1894 de 2,000. D'autre part, le prix du métal a diminué dans les mêmes proportions : il était en 1886, de 165 francs le kilo; en 1889 de 55 francs; en 1894 de 4 fr. 30. Ce dernier prix est encore trop élevé et certains chercheurs entrevoient la possibilité de l'abaisser de beaucoup dans un avenir prochain.

Pour comparer impartialement le prix de l'aluminium à celui des métaux ordinaires, il faut se souvenir toutefois qu'en moyenne ceux-ci pèsent environ trois fois plus que lui, à volume égal.

Malgré les progrès que nous venons de signaler, l'aluminium est encore peu employé. Nous ignorons souvent quelles sont les méthodes pratiques de le travailler. Par exemple, nous ne savons pas ou nous savons mal le souder. Il se ternit rapidement à l'air en se recouvrant d'une mince couche d'oxyde. Cette propriété, précieuse dans beaucoup de cas, en ce sens que la couche superficielle protège les parties intérieures du métal, rend la soudure excessivement difficile à faire. Car, pour exécuter une soudure convenable, il faut maintenir parfaitement propres les deux surfaces à mettre en contact. C'est là le grand secret dont chaque mois on nous annonce la découverte d'un côté ou d'un autre. Les journaux nous ont signalé l'été dernier le procédé A. Delécluse. Il y a quelques semaines, *the Electrical Review* mentionnait celui de M. Ludwig Oliven. L'invention comporte un alliage spécial au moyen duquel se fait la soudure, et un fourneau qui est destiné à maintenir le métal à la température convenable et est muni de balais et autres outils servant à nettoyer et à conserver propres les surfaces à mettre en contact. Ce fourneau n'est employé que pour les grosses pièces; les petites peuvent se souder au chalumeau ordinaire.

Sur un sujet aussi important, nous eussions désiré des termes moins vagues, des explications plus précises et au besoin des dessins explicatifs.

Signalons en passant, d'après le journal cité tout à l'heure, qu'aucune usine n'existe actuellement en Angleterre pour la production de l'aluminium; mais qu'une Société vient de se former, *the British Aluminium Company, Limited*, qui compte exploiter sur place des matières premières qu'elle trouverait dans le nord de l'Irlande.

Il est juste de remarquer à ce sujet que notre pays, dont nous avons tendance à médire pour l'exciter à surpasser ses voisins, possède depuis quelques années d'importantes usines pour l'obtention de l'aluminium par électrolyse et la fabrication des bronzes d'aluminium. Les *études* industrielles poursuivies en deux ou trois de ces établissements font espérer que dans un avenir prochain l'aluminium français saura tenir en échec le métal étranger.

L'*Elettricista* nous signale une nouvelle méthode de mesure des petites résistances électriques due au Dr Pasqualini. Nous nous contenterons d'en exposer le principe sans le discuter.

On adjoint à un galvanomètre ordinaire G, et de manière qu'elle agisse sur son aiguille, une bobine double, formée de deux circuits équivalents CC', composés d'un très petit nombre de tours. L'un de ces circuits est disposé en série avec la bobine du galvanomètre et une boîte de résistance R; l'ensemble est en dérivation aux bornes de la résistance à mesurer l qui est elle-même associée en série avec le second circuit

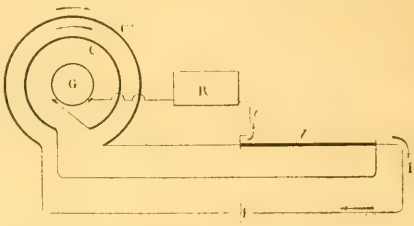


Fig. 1. — *Schéma de l'installation du Dr Pasqualini pour la mesure des petites résistances.*

de la bobine double et traversée par le courant principal. Les connexions sont disposées de telle sorte que les courants C et C' agissent en sens contraire sur l'aiguille du galvanomètre. Le schéma ci-contre fera comprendre la disposition que nous venons d'indiquer (fig. 1). On modifie la résistance R jusqu'à ce que les actions qui s'exercent sur l'aiguille du galvanomètre s'équilibrent et que celle-ci reste au zéro.

Soient :

I, le courant principal;

i, le courant dérivé;

G, la résistance du galvanomètre G;

k, son facteur de réduction;

r, la résistance commune de C et C';

k_1, leur facteur de réduction.

α, α', α'', les angles de déviation dus à C', à C et à G.

Nous aurons :

$$I = -k_1\alpha, \quad i = k_1\alpha', \quad i = k\alpha'';$$

mais :

$$\alpha + \alpha' + \alpha'' = 0$$

par hypothèse :

Donc,

$$i\left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k}\right) - \frac{I}{k_1} = 0, \quad \frac{I}{i} = \frac{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k}}{\frac{1}{k_1}}, \quad \frac{I - i}{i} = \frac{k_1}{k}.$$

D'autre part,

$$\frac{I - i}{i} = \frac{G + r + R}{l} = \frac{k_1}{k} = \frac{1}{K},$$

en appelant K une constante.

Par conséquent,

$$l = K(G + r + R).$$

La constante K se détermine par une mesure préalable où la résistance l est une quantité connue.

A. Gay,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Sturm (Dr Rudolf), *Professeur à l'Université de Breslau.* — **Die Gebilde ersten und zweiten Grades der Liniengeometrie in synthetischer Behandlung.** *I Theil : Der lineare Complex oder das Strahlengewinde und der tetraedrale Complex. II Theil : Die Strahlencongruenzen erster und zweiter Ordnung.* (*Traité synthétique des figures du premier et du second degré dans la géométrie linéaire. Première partie : Complexes linéaire et tetraédral. Seconde partie : Congruences du premier et du second ordre.*) *Deux volumes in-8° de* XIV-386 *p. et* XIV-365 *p.* (*Prix de chaque volume,* 15 *fr.*) *Teubner, éditeur, Leipzig,* 1893-94.

Jusque vers 1820, on s'est surtout occupé en Géométrie des figures formées par des points en nombre fini ou infini (polyèdres, surfaces, courbes, etc.). L'espace était considéré comme le lieu des points, le point comme l'élément générateur de l'espace. Un point est déterminé par trois variables, ses coordonnées, dont chacune prend un nombre infini ∞ de valeurs. C'est ce qu'on exprime en disant que l'espace contient ∞^3 points. Ce fut la géométrie *ponctuelle*.

Ensuite, avec Poncelet, Möbius, Gergonne, Chasles, Steiner,... se fonda la géométrie *planaire*, où l'élément générateur de l'espace fut le plan. Elle est identique au fond avec la géométrie ponctuelle et voici pourquoi : il y a aussi dans l'espace ∞^3 plans qu'on peut faire correspondre aux ∞^3 points; chaque théorème « planaire » correspond à un théorème « ponctuel » et *vice versa*. C'est là le grand principe de *dualité*. Sur un plan la dualité existe entre les points et les droites.

Les choses changèrent quand, en 1869, dans son livre sur la *Neue Geometrie des Raumes*, Plücker fonda la géométrie *linéaire*, où la droite apparaît comme l'élément générateur de l'espace; cette géométrie ne se ramène pas aux précédentes, car il existe non plus ∞^3, mais bien ∞^4 droites dans l'espace; elle est identique avec la géométrie sur une surface du second degré dans un espace à cinq dimensions, avec la géométrie ponctuelle à quatre dimensions. On ne s'en est pas tenu aux conceptions de Plücker; on a une géométrie sphérique, circulaire.... en considérant l'espace comme lieu de sphères, de cercles... La chose capitale dans chacune de ces géométries est le nombre de variables, ou coordonnées, dont dépend la figure prise pour élément générateur de l'espace. Ne sont pas distinctes au fond, grâce à une dualité généralisée, les géométries pour lesquelles ce nombre est le même.

Quoi qu'il en soit, c'est dans la géométrie linéaire que nous transporte M. Sturm. Il est un de ceux qui l'ont le plus approfondie; ce sont ses propres travaux qu'il nous expose ainsi que les recherches des devanciers et des contemporains.

Dans l'espace ordinaire, ponctuel ou planaire, on trouve, outre le polyèdre constitué par un nombre fini d'éléments, encore la « surface » et la « courbe », figures constituées par ∞^2 (points de la surface, plans tangents de la même) et ∞ éléments respectivement, lieux des éléments assujettis à une ou deux conditions.

Dans l'espace « réglé » ou engendré par la droite, la variété des formations est plus grande. Outre la figure formée par un nombre fini de droites, on trouve successivement le « complexe », la « congruence », la « surface réglée », figures à ∞^3, ∞^2 et ∞ éléments respectivement, lieux des droites assujetties à une, deux, trois conditions. Quatre conditions fournissent un nombre fini de droites.

L'ouvrage dont nous rendons compte est un très vaste et très complet traité des propriétés afférentes aux complexes et aux congruences. Pour justifier son titre « in synthetischer Behandlung », l'auteur reste sur le terrain strictement géométrique. Il s'interdit tout développement relatif aux applications des complexes et des congruences faites par différents algébristes (MM. Lie, Darboux, Picard, Appell, moi et d'autres) aux équations, aux dérivées partielles, à l'équation différentielle du premier ordre, etc.

Les droites d'un complexe issues d'un point engendrent un cône, ayant ce point pour sommet. Le « degré » du complexe est celui du cône, c'est-à-dire le nombre de points où ce cône est percé par une droite. Dans une congruence (m, n), on distingue le nombre m de droites issues d'un point et le nombre n de droites situées dans un plan; m est l' « ordre », n la « classe » de la congruence : m et n se correspondent par dualité.

Le premier volume traite du complexe linéaire (premier degré) où le cône ci-dessus indiqué est un plan. Ce complexe est envisagé successivement comme isolé dans l'espace ou comme se coupant avec d'autres linéaires. Les propriétés en sont fort nombreuses, mais la complication devient extraordinaire lorsque l'on aborde le second degré, les complexes quadratiques. Aussi se borne-t-on pour ces derniers au complexe tétraédral ou de Reye : c'est le lieu des droites coupées par les quatre faces d'un tétraèdre dans un rapport anharmonique constant.

Le second volume est consacré aux congruences des deux premiers ordres et des sept premières classes, ou, ce qui revient au même, à cause de la dualité, des deux premières classes et des sept premiers ordres. Signalons les relations entre la congruence (2, 2) et la surface du quatrième degré dite de Kummer.

Grâce à une impression serrée et à un style concis, le nombre des faits condensés dans cette monographie de 750 pages est énorme; on assiste à un véritable ruissellement de théorèmes. Toutes les richesses de la langue allemande sont mises à contribution pour établir une nomenclature. Aussi le lecteur trouve très indispensables les dictionnaires qui terminent les deux volumes.

Bref, dans cet imposant travail, les mathématiciens trouveront un répertoire encyclopédique étendu de nos connaissances en géométrie linéaire. Léon Autonne.

Ganter (Dr H.), *Pr à l'Ecole cantonale d'Aarau, et* **Rudio** (Dr F.), *Pr au Polytechnikum de Zurich.* — **Die Elemente der analytischen Geometrie der Ebene.** — *2e édition. 1 vol. in-8° de* 168 *p. avec* 55 *fig. dans le texte.* (*Prix :* 3 *francs.*) *B. G. Teubner, Leipzig,* 1895.

Dans plusieurs pays, notamment en Allemagne et en Suisse, on voit, en général, les éléments de géométrie analytique figurer aussi bien dans le programme de l'enseignement secondaire *classique* que dans celui de l'enseignement secondaire *scientifique*. C'est à ces établissements-là qu'est destiné l'ouvrage de MM. Ganter et Rudio. Les auteurs ont fort bien compris le but d'un pareil traité, en écartant, d'un premier enseignement, la discussion de l'équation générale du second degré; par contre, ils ont consacré plus de place à une étude approfondie des propriétés des coniques. C'est en cela que ce livre diffère des ouvrages analogues. Si les limites ont été restreintes, l'exposé est cependant d'une grande clarté et d'une rigueur scientifique absolue.

La rapidité avec laquelle a été épuisée la première édition de cet ouvrage est une preuve certaine de son succès. La nouvelle édition a reçu de nombreuses améliorations, tout particulièrement dans le choix des problèmes qui terminent chaque paragraphe. H. Fehr.

2° Sciences physiques.

Howe (Henry Marion). — **La Métallurgie de l'Acier.** (*Traduction française de Gustave Hock.*) — *Un vol. in-8°* (*Prix : 75 fr.*) *Baudry et Cie, Paris*, 1894.

Le Verrier (Urbain), *Ingénieur des Mines.* — **Cours de métallurgie** *professé à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne.* (**Métallurgie de la Fonte.**) — *1 vol. in-4° de 240 p. avec 17 planches hors texte.* (*Prix : 15 fr.*) *Chevalier, Saint-Etienne, et Baudry et Cie, Paris*, 1894.

Billy (E. de), *Ingénieur des Mines.* — **Fabrication de la fonte.** — *Un vol. petit in-8° de 210 p. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, dirigée par M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.*) *Gauthier-Villars et fils et G. Masson, Paris*, 1894.

La métallurgie de l'acier n'avait fait l'objet d'aucun traité étendu et complet depuis la publication de l'ouvrage de Percy qui date de près de vingt-cinq ans. Cependant, pendant ces dernières années, cette branche de l'industrie a fait des progrès énormes et s'est considérablement développée. Les applications de l'acier deviennent chaque jour plus nombreuses à mesure qu'on le prépare plus facilement, et il tend de plus en plus à remplacer le fer pour les pièces forgées, la fonte et le bronze pour les pièces moulées; enfin les aciers spéciaux au chrome, au nickel, au tungstène, atteignent des résistances énormes qui permettront d'alléger considérablement certaines pièces métalliques et qui ont déjà amené des modifications profondes dans le matériel de la guerre et de la marine.

C'était une tâche ardue que d'entreprendre la rédaction d'un traité de métallurgie de l'acier; M. Howe l'a accomplie magistralement, et son traducteur, M. Hock, a fait une œuvre vraiment utile et qui justifie le travail considérable qu'il s'est imposé[1].

Le livre de M. Howe est remarquable par la façon dont l'équilibre est maintenu entre la partie théorique et la partie pratique. Les théories et les méthodes récentes pour l'étude physique des métaux y sont longuement indiquées et discutées; des chapitres spéciaux exposent tous les faits connus relativement à l'influence des divers éléments sur les propriétés du fer et forment une chimie complète des alliages du fer. Mais on y trouve aussi, outre la description des procédés métallurgiques, des chapitres d'un intérêt pratique considérable et dont la rédaction nécessitait une grande expérience : tels sont les chapitres sur les soufflures, les retassures et les moyens de les éviter, le travail à froid et à chaud, l'influence de l'écrouissage sur les propriétés des métaux, etc., etc.

Ce magnifique ouvrage est surtout remarquable à deux points de vue : d'abord par sa richesse en documents de toute sorte avec indication des sources, documents qui forment de nombreux tableaux presque tous interprétés graphiquement; ensuite par la critique éclairée que donne l'auteur à la suite de chaque question; tous les points douteux, aussi bien dans les théories que dans les procédés pratiques, sont soumis à une discussion serrée, souvent mordante; il ne fait pas bon être d'un avis opposé à celui de M. Howe; il décoche à ses adversaires une série d'arguments, soigneusement numérotés et développés à part, et qui partent comme autant de coups de poing. On sent que l'auteur discute avec passion, et si cela le rend parfois un peu trop sévère, cela donne un grand intérêt à la lecture de certains chapitres.

En même temps que l'ouvrage de M. Howe sur l'acier, la librairie Baudry met en vente le cours de Métallurgie de la fonte de M. Le Verrier, complétant ainsi l'exposé de l'industrie du fer. Le savant professeur du Conservatoire des Arts et Métiers a rédigé, avec sa clarté habituelle, une monographie complète de la fabrication de la fonte en tenant compte des plus récents progrès réalisés dans cette industrie. Cet ouvrage comprend, après une description des minerais de fer, l'étude de la fabrication de la fonte avec une foule de détails pratiques sur les dimensions des hauts fourneaux, les appareils accessoires, la conduite des opérations dans les différentes allures; puis viennent les procédés de travail de la fonte, différents modes de fusion, moulage. Une série de tableaux donne des exemples d'analyses de fontes, de minerais, de laitiers, de détermination du bilan d'un haut fourneau, etc. La discussion, moins agressive que celle de M. Howe, est loin de faire défaut dans cet important ouvrage qui résume admirablement l'état actuel de la question sans négliger aucun point de vue.

Dans le même ordre d'idées, il faut signaler un ouvrage de dimensions plus restreintes, publié par M. de Billy sur la fabrication de la fonte. Le savant ingénieur, qui avait déjà publié une remarquable étude sur les hauts fourneaux des Etats-Unis et leur comparaison avec ceux d'Europe, a su condenser, dans ce petit livre, un grand nombre de données théoriques et pratiques sous une forme particulièrement claire et méthodique.

G. Charpy.

Guenez (E.), *Chimiste en Chef des Douanes à Lille, ancien préparateur des cours de Céramique, Verrerie, Teinture au Conservatoire.* — **Décoration céramique au feu de moufle.** — *Un vol. in-8° de 200 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, dirigée par M. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché 2 fr. 50, relié 3 fr.*) *Gauthier-Villars et Masson, éditeurs, Paris*, 1894.

Cet ouvrage est divisé en deux parties : dans la première, l'auteur examine successivement la composition des pâtes céramiques et des couvertes, la cuisson des produits, les propriétés des couleurs vitrifiables et les méthodes employées pour les obtenir. La seconde partie est consacrée à la pratique; elle comprend l'étude de la préparation complète des couleurs, la description détaillée des procédés de peinture et de décoration au feu de moufle, enfin l'exposé des opérations de dessiccation, de cuisson et de brunissage.

En suivant ce plan avec beaucoup de conscience et de méthode, M. Guenez a pu présenter un traité qui se suffit à lui-même pour mettre le lecteur au courant d'une branche de l'industrie céramique où les difficultés sont si nombreuses; grâce à lui, les peintres sur faïence et sur porcelaine éviteront les essais sans résultats auxquels sont exposés ceux qui se préoccupent uniquement de la partie technique et croient inutile de posséder certaines connaissances chimiques.

Paul Jannettaz.

Bourgoin (A.-E.) *Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie et à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Acides organiques à fonction complexe** (*2e partie*). *Encyclopédie chimique publiée sous la direction de M. Frémy. Tome VII, 5e fascicule, 3e section. — Un vol. in-8° de 950 pages.* (*Prix : 35 fr.*) *Vve Ch. Dunod et P. Vicq, éditeurs, Paris*, 1894.

Ce volume, l'un des derniers de l'Encyclopédie, comprend tous les acides à poids moléculaire élevé et de fonction complexe, depuis l'acide glyoxylique $C^2H^2O^4$. Ces acides sont classés d'après la quantité d'oxygène qu'ils renferment, sans distinction entre la série grasse et la série aromatique.

L'ensemble est très complet et très consciencieusement étudié : la bibliographie relative à chaque corps est, comme d'habitude, soigneusement indiquée à la fin de sa monographie; mais la plupart des réactions y sont encore exprimées en équivalents : il y avait là, sans doute, quelque obligation à laquelle M. Bourgoin n'a pu se soustraire et qu'il regrette sûrement autant que nous, car elle restreint considérablement l'utilité de l'ouvrage auprès des jeunes qui, n'ayant jamais fait usage de cette notation, n'y verront plus qu'une langue morte, incompréhensible pour eux.

L. Maquenne.

[1] Il faut signaler ici que M. Hock a transformé les indications numériques des nombreux tableaux de l'ouvrage de M. Howe, de façon à les exprimer en mesures françaises.

Andrieu (P.) [1], *Chimiste-Agronome.* — **Le Vin et les Vins de fruits.** *Analyse du moût et du vin. Vinification. Sucrage. Maladies du vin. Etudes sur les levures du vin cultivées. Distillation. — Un vol. in-8° de 380 pages, avec 78 fig. dans le texte.* (*Prix : 6 fr.*50.) *Gauthier-Villars et fils, Paris,* 1894.

Le présent ouvrage est divisé en six parties. Dans la première, l'auteur indique la constitution chimique du raisin, du moût et du vin. La seconde partie, plus longue que la précédente et la suivante, est consacrée à la vinification, au traitement de la vendange et du vin. La troisième partie traite du sucrage de la vendange et des vins de sucre. Dans la quatrième partie, il est question des boissons alcooliques ou vins extraits des fruits, et notamment des cidres. Le rôle des levures de vins se trouve expliqué, sous toutes ses faces, dans la cinquième partie; la distillation des vins et des fruits, en vue de la fabrication de l'eau-de-vie, occupe la sixième et dernière. Deux appendices terminent le volume : l'un a pour objet le refroidissement ou le réchauffement des moûts, l'autre signale une méthode préconisée par M. Müntz en vue de la fabrication des piquettes de marc.

Dans ces 370 pages, sous une forme très condensée, l'ouvrage de M. Andrieu résume beaucoup de notions utiles intelligemment compilées. De plus, dans la première partie, nous signalerons un passage original : celui où l'auteur, à la suite des alambics et des ébullioscopes, décrit un nouveau procédé de son invention pour doser l'alcool dans les vins. Dans cet instrument, appelé par M. Andrieu *vino-alcoomètre*, on a mis à profit les variations de solubilité du sulfate d'ammonium dans les mélanges d'eau et d'alcool, variations qui sont inversement proportionnelles au titre alcoolique puisque le sel, assez soluble dans l'eau, ne se mêle pas à l'alcool pur. Nous ne pouvons qu'indiquer ici le principe de la méthode; si les perturbations, causées par les matières extractives incorporées dans le vin, ne dérangent pas la régularité du phénomène de dissolution, M. Andrieu aura doté les praticiens d'un procédé aussi rapide que celui de MM. Malligand et consorts et nécessitant un outillage moins coûteux.

Laissant de côté les descriptions technologiques et le matériel des caves, nous ferons simplement ressortir l'intérêt plus spécial que présente la cinquième partie. Le lecteur y voit exposées des théories et des expériences encore mal connues du public, et postérieures à la publication de la plupart des traités d'œnologie. En feuilletant ces pages, on apprend comment les travaux déjà anciens de M. Pasteur ont ouvert la voie aux recherches microbiologiques de M. Duclaux, puis à celles de MM. Martinand et Rietsch, sans parler des mémoires publiés par MM. Marx, Rommier, Jacquemin. Aux essais en petit dans les laboratoires succèdent les tentatives en grand dans les celliers. M. Andrieu en discute quelques-unes des plus intéressantes. D'après ses conclusions, la question, tout séduisant que soit son aspect, n'est pas encore complètement mûrie et ne paraît pas susceptible d'une solution pratique *absolument générale* et applicable au Midi comme au Nord. C'est à chaque groupe viticole qu'il appartient de rechercher, par des expériences poursuivies dans les caves de la région, quel est le meilleur mode d'emploi des levures artificielles comme auxiliaires de la fermentation.

Antoine de Saporta.

Dumoulin (E.). — **Les Couleurs reproduites en photographie.** — *Un vol. in-8° jésus de 60 pages.* (*Prix : 1 fr.* 50.) *Gauthier-Villars et fils, Paris,* 1894.

[1] Afin d'éviter toute confusion, nous préviendrons le lecteur que le nom d'Andrieu est également porté par un savant agriculteur narbonnais : M. Louis Andrieu de l'Etang, inventeur du *chromatomètre*. Cet appareil, comme l'on sait, permet d'apprécier la couleur des vins par comparaison avec les teintes de la lumière polarisée. Malheureusement le prix trop élevé du chromatomètre en restreint l'usage.

3° Sciences naturelles.

Sachs (Dr H.). — **Das Hemisphærenmark des menschlichen Grosshirns. 1. Der Hinterhauptlappen** (*La substance blanche des hémisphères du cerveau humain. 1. Le lobe occipital*). *Travaux de la Clinique psychiatrique de Breslau. Avec une préface du Professeur Dr C. Wernicke. — Un vol. in-folio de 32 p. avec 3 fig. et 8 planches. G. Thieme. Leipzig,* 1895.

Ce beau travail de Sachs inaugure une série de monographies qui doivent être consacrées à l'étude du cerveau et de ses fonctions à l'état normal et pathologique. Mais ce premier mémoire, par la rigueur scientifique de la méthode et l'importance des faits d'anatomie et de physiologie cérébrales pour la première fois conquis à la science, aussi bien d'ailleurs que par la hauteur des vues psychologiques, a tout de suite attiré et retenu l'attention du petit nombre des bons juges en pareille matière.

Le Professeur Wernicke, de Breslau, dans le laboratoire duquel Sachs a réuni les matériaux de son travail, compare très bien, dans la préface, les vastes régions du système nerveux où il restera toujours tant de *terra incognita*, au « continent noir ». L'anatomie de la substance blanche du cerveau en particulier lui a toujours paru être en clinique la première condition du diagnostic. Sachs associe au nom de Wernicke celui de Lissauer, assistant de la clinique de psychiatrie de Breslau, dont le concours amical lui a été précieux.

Il s'agit d'une description des faisceaux de fibres nerveuses à myéline de tout un lobe du cerveau, le lobe occipital, ainsi que des régions limitrophes des lobes pariétal et temporal, de la direction et des connexions de ces faisceaux, au moyen de la méthode de Stilling, perfectionnée par Meynert, celle des coupes sériées de 1/10 de millimètre d'épaisseur et colorées au Pal. Les faisceaux du lobe occipital peuvent être classés, d'après leur mode de terminaison, en deux grands groupes, dont l'un comporte trois subdivisions : I. les *fibres de projection* ou de la couronne rayonnante (Meynert), en rapport avec les centres nerveux situés au-dessous de l'écorce (corps genouillé externe, pulvinar de la couche optique, tubercule quadrijumeau antérieur) ; II. les *fibres d'association*, qui se terminent dans l'écorce, reliant entre eux, soit *a*) des points de l'écorce du même hémisphère cérébral (*fibres courtes d'association*), soit *b*) l'écorce du lobe occipital avec celle d'un autre lobe (*fibres longues d'association*), soit enfin *c*) un hémisphère avec l'autre (*fibres calleuses* ou *interhémisphériques*, qu'elles gagnent toutes l'hémisphère opposé ou se rendent en partie aux centres sous-corticaux).

Toute cette puissante masse de fibres du lobe occipital n'est rien moins qu'un feutrage inextricable. Des faisceaux et des couches de fibres, de direction et de connexion déterminées, apparaissent qui peuvent être suivis isolément grâce à leur structure différente qu'accusent leurs divers modes de réaction à la matière colorante. Après Wernicke, Sachs déduit même deux lois de ces rapports anatomiques. Chaque fibre atteint son but par le plus court chemin autant que le lui permet la structure du cerveau ; il en résulte que les plus courtes fibres sont situées près de l'écorce, les plus longues près de la corne postérieure du ventricule latéral, et que les fibres qui ont à peu près le même but, après un trajet plus ou moins étendu, suivent la même direction et finissent par se réunir en faisceaux. La seconde loi biologique, également générale, est celle de la « variabilité ». Il n'y a pas, on le sait, deux cerveaux entièrement semblables. Il en va de même de l'ordre et du développement des différents systèmes de fibres nerveuses : l'écorce et les faisceaux blancs sont dans un rapport de dépendance réciproque et varient d'une manière concordante.

La corne postérieure du ventricule latéral est de tous

côtés environnée par trois couches superposées de fibres : 1. La couche des fibres du corps calleux, interhémisphériques (*forceps corporis callosi*), qui passent d'un hémisphère à l'autre dans la région du bourrelet du corps calleux ; 2. la couche des fibres de projection (*stratum sagittale internum*), couronne rayonnante du lobe occipital, dont les fibres se distinguent de celles du forceps par la finesse de leur calibre ; 3. la couche des fibres d'association longues, intrahémisphériques (*stratum sagittale externum*), à fibres de fort calibre comme celles du forceps : issues, semble-t-il, de toutes les parties du lobe occipital, elles se rendent à peu près toutes à l'écorce du lobe temporal, la plus grande partie dans T_1, une plus petite dans T_2, le reste à la pointe de ce lobe, reliant ainsi les deux lobes occipital et temporal.

De cette troisième couche à l'écorce existe, interposée, une masse considérable de fibres à myéline dont le diamètre égale à peu près celui des trois couches internes : elle est constituée par des fibres courtes d'association, naissant et se terminant dans le lobe occipital. Sachs énumère ces systèmes de fibres propres à l'écorce (*stratum proprium corticis*). Des régions supérieures du *calcar avis* émanent trois systèmes qui relient l'écorce du *cuneus* au reste de l'écorce du lobe occipital : 1° le *stratum calcarinum*, dont les fibres les plus longues relient le *cuneus* au *gyrus lingualis* ; 2° le *stratum cunei transversum*, n'appartenant qu'au domaine du coin, mais dont les plus longues fibres parviennent jusqu'au lobe pariétal supérieur et peut-être jusqu'au *gyrus angularis* ou pli courbe ; 3° le *stratum proprium cunei*, montant verticalement au bord de l'hémisphère. Le *stratum verticale convexitatis* appartient également aux fibres propres de l'écorce, ainsi que les fibres d'association reliant les circonvolutions des trois scissures occipitales. Une quatrième couche réunit, à la face inférieure, comme *stratum proprium sulci collateralis*, le *gyrus lingualis* au *gyrus fusiformis*.

L'importance des fibres formant la couche interne de la substance blanche sagittale et qui, après avoir constitué les deux *forceps*, passent dans le corps calleux, a été signalée, on le sait, par Monakow, et, en France, pour la première fois, par M. et Mme Déjerine (1892). Sachs consacre quelques pages à réfuter une doctrine qui semblait reposer sur des observations d'Onufrowicz et de Kaufmann, mais qui s'écroule avec ces observations mêmes. Ces auteurs, ayant trouvé, dans deux cas d'absence prétendue du corps calleux, le *tapetum* du lobe temporal et occipital (c'est à tort qu'on donne quelquefois le nom de *tapetum* aux fibres calleuses du *forceps*), en avaient conclu que le *tapetum*, étranger au corps calleux, serait la partie postérieure et inférieure d'un grand faisceau fronto-occipital, faisceau dont l'existence a été ensuite admise dans les manuels d'Obersteiner et d'Edinger. Or, il résulte de la description et des dessins des publications d'Onufrowicz et de Kaufmann que, dans ces cas, il ne pouvait être question d'une absence véritable du corps calleux : les fibres de cette commissure sont toutes présentes (au moins dans les préparations de Kaufmann); seulement, au lieu de passer dans l'autre hémisphère, elles étaient restées dans le même. De là un *faisceau fronto-occipital* complètement inconnu sur les cerveaux normaux. Bref, il s'agissait d'une sorte d'hétérotopie du corps calleux. Plus récemment, Mingazzini a décrit un cerveau dont l'absence complète et réelle du corps calleux avait entraîné celle des fibres du *forceps* et du *tapetum*.

Quant aux fonctions du corps calleux, qui, contrairement à l'ancienne idée de Foville, reprise naguère par Hamilton, est bien un faisceau de fibres d'association, il ne servirait pas, selon Sachs, à relier, comme on l'admet, des parties symétriques, mais bien des régions « localement et fonctionnellement tout à fait différentes » des deux hémisphères cérébraux. Sachs témoigne donc adopter la théorie de Schnopfhagen. Contre l'opinion courante, il fait valoir le fait que les fibres calleuses, avant d'atteindre la ligne médiane, se mêlent dans une sorte de confusion inextricable, si bien que, selon toute vraisemblance, ces fibres prennent des directions fort diverses en allant d'un point d'un hémisphère à un point de l'autre hémisphère. Rien ne prouve, dit-il, que ces fibres qui, au lieu d'atteindre leur but, comme d'ordinaire, par le plus court chemin, gagnent dans la plus grande confusion la ligne médiane, arrivent ensuite à l'autre hémisphère et s'y disposent dans le même ordre qu'elles avaient originairement.

Dans le *forceps*, la physiologie postule la présence d'au moins deux voies nerveuses. Dans l'hypothèse que la région corticale de la vision distincte des deux yeux, correspondant à chaque région maculaire rétinienne, est représentée dans les deux lobes occipitaux, il doit exister dans le *forceps* un faisceau qui, comme une commissure, relie dans l'écorce les deux points de la vision distincte. En outre, le lobe occipital droit doit être relié avec le lobe temporal gauche par une voie directe permettant, grâce au réveil de l'image auditive verbale, de nommer les objets vus dans la moitié gauche du champ visuel, voie qui serait interrompue dans l'aphasie optique de Freund. Cette voie nerveuse se trouve sans doute à droite dans le *forceps* et à gauche dans le *tapetum*.

Des théories d'une haute portée sur les conditions de l'activité psychique dans l'hypothèse anatomique des voies générales d'association de l'écorce, telle que Meynert l'avait proposée, terminent la partie critique du mémoire de Sachs. Suivant Meynert, on le sait, chaque point de l'écorce cérébrale serait en rapport anatomique direct avec chaque autre point, de sorte qu'entre deux points quelconques, il existerait des voies d'association. Présenté ainsi dans sa généralité, cette hypothèse ne paraît pas tout à fait juste à Sachs. Ainsi, le lobe occipital ne possède qu'une longe voie d'association, le *stratum sagittale externum* (faisceau longitudinal inférieur de Burdach), fibres d'association à long trajet intrahémisphérique, qui le relie au lobe temporal. Peut-être des fibres antérieures du *stratum transversum cunei* assurent-elles encore une autre connexion entre le *cuneus* et la portion postérieure du lobe pariétal. Mais, ni sur la convexité, ni sur la face interne des hémisphères, il n'existe de connexions connues importantes du lobe occipital avec le reste du lobe pariétal ou avec le lobe frontal qui, même de loin, égalent celles qui relient le lobe temporal à ces parties de l'écorce. Si l'on excepte le lobe temporal, le lobe occipital n'est donc relié par aucun long faisceau d'association considérable aux autres parties du cerveau à fonctions physiologiques distinctes. Les plus longs faisceaux du lobe occipital demeurent dans les limites de ce lobe, à l'exception peut-être de quelques fibres isolées (p. 24).

Quelle différence avec le lobe temporal! Outre la grande connexion de ce lobe avec le *lobe occipital* au moyen du *stratum sagittale externum*, il est fortement relié au *lobe frontal* par le *fasciculus uncinatus*. Le *cingulum*, dont les plus longues fibres arrivent peut-être jusqu'au lobe frontal, associe le lobe temporal à l'avant-coin (*præcuneus*), au lobule paracentral et à la portion du *gyrus fornicatus* située au-dessus du corps calleux. Le lobe temporal est relié au *lobe pariétal* par la partie postérieure du *fasciculus arcuatus*, les parties antérieures du *stratum verticale convexitatis*. C'est, enfin, le seul lobe qui possède de vraies fibres commissurales, la commissure antérieure, dont les fibres, sans s'entrecroiser ni se confondre sur la ligne médiane comme celles du corps calleux, gagnent dans le même ordre les deux hémisphères.

En regard de cette richesse extraordinaire des voies d'association, qui vont dans toutes les directions, la couronne rayonnante du lobe temporal est au contraire relativement pauvre. Si l'on fait abstraction de la voûte et de la connexion avec le corps mamillaire, il ne reste qu'un mince faisceau passant par la capsule interne.

Ces puissants liens d'association qui presque de toutes parts unissent le lobe temporal avec les autres lobes

cérébraux, semblent être l'expression anatomique de l'importance capitale du langage pour la pensée de l'homme. Telle est du moins la conception géniale de Sachs. Le mot, l'image verbale auditive, possèdent des connexions anatomiques immédiates, directes, avec tous les autres centres de perception et d'idéation de l'écorce. Inversement, ceux-ci ne sont reliés entre eux qu'indirectement par le centre du langage (*Sprachcentrum*). Toutes les différentes parties constituantes de l'idée (*Begriff*), formée, en dernière analyse, de résidus mnémoniques des perceptions des divers sens, sont ainsi essentiellement associées par le médium du mot, manifestation extérieure de l'idée.

Ainsi l'étude anatomique du cerveau nous révèle les causes de l'extraordinaire puissance que le mot exerce sur l'homme, dans la vie ordinaire comme dans l'hallucination de l'aliéné ou la suggestion de l'hypnotisé. Dans cette structure anatomique de l'organe de la pensée, Sachs voit encore la cause probable de la supériorité intellectuelle et morale de l'aveugle-né sur le sourd-muet. Il n'est pas rare, en effet, que le premier arrive, en dépit de sa cécité, à un développement très élevé des facultés supérieures de l'intelligence, « tandis que le sourd-muet ne s'élève que rarement beaucoup au-dessus d'un animal ».

Les dernières pages de ce travail sont consacrées à la description des photographies, de grandeur naturelle, des coupes sériées du lobe occipital colorées au Pal.

Jules Soury.

4° Sciences médicales.

Laurent (Dr E.), *ancien Interne à l'infirmerie centrale des prisons de Paris.* — **Le Nicotinisme. Etude de psychologie pathologique.** — *Un volume in-12 de 221 pages. Société d'éditions scientifiques, Paris*, 1894.

M. Laurent, après avoir donné sur la plante qui fournit le tabac quelques détails botaniques, empruntés au manuel d'histoire naturelle médicale de M. de Lanessan, parlé brièvement de la fabrication du tabac, plus brièvement encore de la composition du tabac et de l'action de la nicotine sur l'organisme, indiqué rapidement les usages thérapeutiques du tabac, résumé, d'après le livre du Dr Depierris, l'histoire de l'introduction du tabac en Europe, consacré, pour justifier le titre du livre « Etude de psychologie pathologique », six pages à analyser les causes qui amènent à fumer, énumère les multiples dangers auxquels expose, dit-on, l'abus du tabac et même son usage : carie dentaire, stomatite, gingivite, cancer, pharyngite, laryngite, bronchite, asthme, gastralgie, entérite, affections cardiaques, amaurose, céphalalgie, hystérie, neurasthénie, tout y passe; mais loyalement le Dr Laurent avoue que le tabac, cet ennemi du genre humain, est innocent d'une bonne part des méfaits que lui attribue le zèle enflammé de ceux qui le proscrivent.

M. Laurent ne croit pas pouvoir affirmer que le tabac entrave le génie, mais, à la suite de M. Maurice de Fleury, il incline à le penser; la classification qu'il a faite des grands écrivains en non-fumeurs et fumeurs lui paraît démonstrative : Balzac, Gœthe, Hugo, Michelet, d'un côté; mais de l'autre Byron, Musset, G. Sand, Th. Gautier, Flaubert, de Goncourt : c'est à la première catégorie qu'il décerne le premier prix de génie, les autres sont tous des déséquilibrés.

M. Laurent pense également que pour être fumeur il faut être atteint d'une maladie de la volonté, que l'usage du tabac conduit à la mélancolie, et, parce qu'il a connu des dégénérés qui fumaient, que les fumeurs ne tardent point à perdre tout sens moral. C'est aussi le tabac, paraît-il, qui est pour une bonne part responsable de la dépopulation de la France. Ajoutez que tout fumeur est mal élevé, et que l'habitude de fumer cause un préjudice annuel de plus d'un milliard à la fortune publique de la France, et vous aurez épuisé la liste des griefs de M. Laurent. On trouve encore dans son livre un chapitre sur le tabac dans les écoles, un autre sur le tabac dans l'armée, et quelques pages intéressantes sur les habitudes des prisonniers. L'ouvrage se termine par quelques observations de suggestions faites à des hystériques et à d'autres névropathes et qui ont eu pour résultat de leur faire perdre l'habitude de fumer; cette dernière partie s'intitule : Traitement du nicotinisme. M. Laurent conclut en promettant d'accumuler « des multitudes de faits pour que la preuve devienne enfin aveuglante et éblouisse les yeux les plus obstinément fermés. Il continuera, dit-il, à marcher dans le chemin de la vérité. » La Société contre l'abus du tabac a couronné cette œuvre d'édification. M. le Dr Laurent nous saurait sans doute mauvais gré de la discuter plus longuement, et de sembler y attacher plus d'importance qu'il n'a fait lui-même.

L. Marillier.

Grasset (Dr Hector), *de la Faculté de Paris, Préparateur au Laboratoire de Clinique chirurgicale de l'Hôtel-Dieu.* — **Etude sur le Muguet.** — *Brochure de 50 pages, avec 2 planches. Société d'Editions scientifiques, Paris*, 1894.

Dans ce travail, l'auteur cite plusieurs faits d'inoculation positive du champignon du Muguet au lapin et au cobaye et esquisse brièvement les lésions microscopiques ainsi provoquées par l'évolution du parasite. De tous les modes d'inoculation, l'injection intraveineuse est la plus efficace et réussit d'autant mieux que la culture est plus récente, et qu'elle est inoculée à dose plus massive. Les viscères sont envahis par des granulations mycosiques et, dans certains cas, l'affection expérimentale se complique d'une ascite abondante.

Cliniquement, l'examen microscopique de l'enduit buccal, chez le malade, est parfois insuffisant pour élucider son origine; la culture sur gélose glycosée est seule capable de déceler, avec certitude, la présence du champignon.

La plupart des résultats qui précèdent avaient déjà été obtenus par G. Roux et Linossier; dans divers travaux, qui sont des modèles d'observation précise et minutieuse, ils ont étudié les caractères botaniques du champignon du Muguet et même provoqué, chez le lapin, des lésions multiples de pseudo-tuberculose mycosique. Nous n'aurions pas rappelé ces recherches, antérieures à celles de H. Grasset, si ce dernier n'avait accusé de « légèreté » les savants lyonnais, en leur reprochant de n'avoir fait que deux inoculations. Des six inoculations relatées par H. Grasset, quelques-unes (Obs. v et vi) sont exposées d'une façon vraiment sommaire et, sans aller jusqu'à renvoyer à son auteur un reproche aussi grave, on peut regretter qu'il n'ait pas apporté lui-même, dans les conclusions qui terminent son travail, d'autres résultats d'un intérêt plus nouveau et plus décisif.

Dr H. Vincent.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie. *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, — paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 505e et 506e livraisons. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes, Paris*, 1894.

Les 505e et 506e livraisons renferment des articles de M. Glasson sur la fonction de *juge*, sur les *juges de paix* et sur le *jugement;* une étude de M. Théodore Reinach sur les *Juifs*, leur histoire politique, littéraire et religieuse, l'état présent du judaïsme, son avenir et l'antisémitisme; des études de M. M. Vernes sur le livre des *Juges* et le livre apocryphe de *Judith*, dans l'Ancien Testament; les biographies du grand peintre flamand *Jordaens* par M. E. Bertaux; du mathématicien français Camille *Jordan*, membre de l'Institut, par M. L. Sagnet; du Père *Joseph*, l'auxiliaire de Richelieu, par M. L. Delavaud; de l'empereur d'Allemagne *Joseph II;* du général français *Joubert*, par M. E. Charavay.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Décembre 1894.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de M. **Tchebichef**, associé étranger, décédé le 8 décembre, et celle de M. **Ferdinand de Lesseps**, membre libre, décédé à la Chesnaye (Indre), le vendredi 7 décembre. L'Académie présente M. **d'Arsonval** en première ligne et M. **Charrin** en seconde ligne pour la chaire de Médecine vacante au Collège de France.

1° Sciences mathématiques. — M. **S. Newcomb** a calculé les variations séculaires des orbites des quatre planètes intérieures par la discussion de 62.000 observations méridiennes du Soleil, de Mercure, de Vénus, de Mars, et de toutes les bonnes observations des passages de Mercure et de Vénus sur le disque solaire. Les mouvements des périhélies de Mercure, de Mars, de Vénus, présentent une différence bien plus grande que les erreurs probables entre la valeur trouvée et la valeur calculée. Ces écarts s'expliquent par deux hypothèses : 1° La loi de Newton n'est pas entièrement exacte et la force attractive doit être regardée comme variant suivant l'expression $r^{-(2+\delta)}$. 2° On peut attribuer les écarts à l'action de masses de matières encore inconnues; un anneau de planétoïdes, placé entre les orbites de Vénus, et de Mercure, ramènerait les écarts au-dessous de leurs erreurs probables. — M. **R. Perrin** énonce certaines propriétés non encore signalées des suites récurrentes, qui conduisent à un procédé remarquablement simple et net pour la séparation et le calcul des racines des équations numériques. — M. **X. Stouff** communique une note sur la composition des formes linéaires et les groupes à congruence; il expose un procédé pour définir une partie de ces groupes. — M. **Hadamard** compare entre elles les différentes expressions de l'éliminant de trois équations $f_1(x, y) = 0$ $(f_2, x, y) = 0$ et $f_3(x, y) = 0$, à deux inconnues x et y, et de degrés m, n, p, et déduit de là des remarques applicables à l'élimination.

2° Sciences physiques. — M. **Laussedat** expose les résultats remarquables obtenus par le Service topographique du Canada dans la délimitation de frontière entre l'Alaska et la Colombie britannique. — M. **C. Chapel** adresse une réclamation de priorité au sujet de la loi énoncée récemment par M. Vallier sur la résistance de l'air et ajoute quelques observations complémentaires. — M. **Fremont** donne la théorie expérimentale du cisaillement et du poinçonnage des métaux; la rupture d'un métal par cisaillement, poinçonnage et perforation n'est pas le fait d'un glissement, comme on l'admet généralement, mais d'un travail de traction. Les diagrammes du travail nécessaire pour effectuer ces opérations sont constitués par des courbes absolument identiques pour un même métal, mais qui sont différentes pour le moindre changement dans la qualité du métal. — M. **Carvallo** donne l'intégration des équations de la lumière dans les milieux transparents et isotropes en supposant que, le milieu partant du repos, les forces lumineuses viennent à agir brusquement à partir de l'époque $t = 0$. — M. **Hurmuzescu** a repris l'étude de la force électromotrice qui se produit entre deux électrodes, formées d'un même métal magnétique sans force coercitive, plongées dans un liquide susceptible de les attaquer et entre lesquelles on introduit une différence d'aimantation. Le fer aimanté est toujours positif par rapport au fer non aimanté. La courbe des forces électromotrices en fonction des champs magnétiques présente un point d'inflexion. Les courbes présentent la même allure avec le nickel sans toutefois posséder le point d'inflexion. Avec le bismuth, l'électrode aimantée est négative par rapport à celle non aimantée. — M. **Moissan** a fait une étude approfondie des différentes variétés de graphite préparées soit par la cristallisation du carbone sous l'action d'un dissolvant métallique, soit par l'action d'une haute température sur le carbone. Quelle que soit la variété de carbone mise en expérience, une élévation de température suffisante l'amène toujours à l'état de graphite; ce graphite, amorphe ou cristallisé, possède une densité comprise entre 2,10 et 2,25. Sa température de combustion est voisine de 660°. Il existe plusieurs variétés de graphite dont la stabilité et la résistance aux agents chimiques augmentent avec la température à laquelle elles ont été portées. — M. **Albert Trubert** donne une méthode rapide et précise pour déterminer les proportions de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie dans les terres, les cendres, etc. — M. **Andouard** donne les propriétés et la composition du phosphate d'alumine naturel de l'îlot du Grand-Connétable, situé à 27 milles à l'est de Cayenne; ce phosphate est très soluble dans les acides et dans le citrate d'ammoniaque et, par conséquent, très assimilable; aussi il est supérieur aux divers phosphates de chaux fossiles connus, et donne à la végétation une impulsion remarquable. — MM. **G. Bertrand** et **A. Mallèvre** ont repris l'étude de la pectase et de la fermentation pectique; les auteurs exposent les résultats suivants : 1° le ferment ne peut à lui seul coaguler la pectine; 2° il ne provoque cette transformation qu'en présence d'un sel soluble de calcium, de baryum ou de strontium; 3° le précipité formé dans ces conditions n'est pas, comme on l'avait cru jusqu'à présent, de l'acide pectique, mais un pectate alcalino-terreux. — M. **Maumené** donne le principe d'un procédé nouveau pour épurer les alcools, les sucres et un certain nombre d'autres matières organiques; le permanganate de potasse, le chlore, le brome détruisent les impuretés de l'alcool avant d'attaquer ce composé, de sorte que leur emploi en quantité convenable donne une purification parfaite. On n'a pas à craindre d'ailleurs l'action nocive des sels de manganèse dont l'innocuité est bien établie par des travaux antérieurs de l'auteur. — MM. **Hermite** et **Besançon**, dans une ascension de 1.500 mètres, ont étudié la variation de température et d'état hygrométrique du gaz du ballon comparée à celle de l'air ambiant. La température du gaz s'est élevée progressivement pour atteindre la température de 46 et 47°, avec une température initiale de 18°, tandis que celle de l'air variait seulement de 13 à 19°; l'aérostat se transforme ainsi en une véritable montgolfière. Le gaz se refroidit rapidement pendant la descente ; il ne marquait plus que 35°5 tandis que la température de l'air était de 14°. Les diagrammes barométriques à l'intérieur et à l'extérieur du ballon étaient absolument identiques. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Pomel** décrit une nouvelle grotte ossifère découverte à la Pointe-Pescade, à l'ouest d'Alger Saint-Eugène. — M. **Millardet** : Note sur l'importance de l'hybridation pour la reconstitution des vignobles. — M. **Raoul Pictet** étudie l'influence du rayonnement aux basses températures sur les phénomènes de la digestion. Tous les corps dits mauvais conducteurs de la chaleur deviennent de plus en plus diathermanes, à mesure que la température s'abaisse; au-dessous de 100° toutes les vibrations calorifiques traversent les corps les plus mauvais conducteurs. Un animal étant soumis à ces basses températures, tout son organisme, jusque dans la profondeur de ses tissus

participe à la perte de chaleur ; la respiration, la circulation augmentent rapidement. Cette combustion intense se traduit aussitôt par un désir de compensation : la faim. — M. **Labbé** donne la morphologie et la classification des Coccidies et pense qu'il est nécessaire de se baser sur l'archéspore pour établir une classification méthodique des Coccidies. — M. **Reyt** indique la succession des assises inférieures sur le pourtour de la protubérance crétacée de Saint-Sever. — M. **Repelin** fournit quelques données sur les calcaires à *lithothamnium* de la vallée du Chellif. — M. **Henry** a constaté l'influence évidente de la sécheresse de l'année 1893 sur la végétation forestière en Lorraine. J. Martin.

Séance du 17 Décembre 1894.

Cette séance est la séance publique annuelle pour 1894. Après un discours de M. **Lœwy**, président, M. **Berthelot** fait connaître les prix décernés en 1894 et les prix proposés pour 1895, 1896, 1897 et 1898. M. **Bertrand** lit une notice sur **P.-L.-A. Cordier**, membre de l'Institut.

Séance du 24 Décembre 1894.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la perte que la science vient de faire dans la personne de **P. François Denza**, directeur de l'observatoire du Vatican. — M. **Zeiller** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Botanique par la mort de M. Duchartre. Plusieurs lauréats adressent des remerciements pour les distinctions accordées à leurs travaux.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Corniel** a déterminé les éléments de la planète 1894 BE, qui possède la plus petite distance périhélie de toutes les petites planètes connues; cet astre est le mieux situé pour faciliter la détermination de la parallaxe solaire. — M. **Capon** a calculé les éléments de la planète BI et les a reconnus identiques à celle de la planète 369. — MM. **Rambaud** et **Sy** communiquent leurs observations de la comète d'Encke et des planètes BH et BI, faites à l'observatoire d'Alger à l'équatorial coudé. — M. **G. Le Cadet** adresse ses observations de la comète d'Encke, faites à l'équatorial coudé (0 m. 32) de l'observatoire de Lyon. — M. **J. Guillaume** a fait à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le troisième trimestre de 1894, des observations sur les taches solaires, dont il communique les résultats. — M. **F. Siacci** fait remarquer que la note parue récemment sur la transformation des équations canoniques du problème des trois corps est la reproduction d'une note antérieure. — M. **P. Staeckel** fait quelques remarques au sujet de la réclamation de M. O. Staude. — M. **Emile Picard** appelle l'attention sur deux nombres invariants dans la théorie des surfaces algébriques. — M. **R. Perrin** continue à développer l'exposé de méthodes qui permettent la résolution des équations numériques au moyen des suites récurrentes. — M. **Jules Andrade** expose un théorème fondamental relatif à la théorie des intégrales multiples, sur lequel repose la notion des étendues intérieure et extérieure d'un ensemble à K dimensions et qui s'est trouvé tacitement admis jusqu'ici dans les théories nouvelles : ce théorème établit analytiquement l'association de l'idée de quantité à l'idée de contenant et de contenu, comme cela doit être fait quand on rattache la notion du champ d'intégration à la théorie des ensembles. — M. **A. Lafay** montre qu'en généralisant la théorie des abaques, on arrive à l'introduction naturelle d'abaques à 16 et 18 variables.

2° Sciences physiques. — M. **Henri Salomon** adresse un mémoire relatif à diverses questions de météorologie et à l'origine des tremblements de terre. — M. **Léopold Hugo** adresse une note sur la vision mentale à l'occasion d'un frontispice de Fontenelle. — M. **Vaschy** étend la notion de capacité à un fil parcouru par un courant permanent et montre que cette capacité par unité de longueur d'un câble a le même sens qu'en électrostatique. La même notion s'applique au cas où le courant, au lieu d'être permanent, est lentement variable, quoique alors il ne soit pas rigoureusement exact; mais lorsque les variations du courant sont très rapides, la notion de capacité disparaît. — M. **Gouré de Villemontée** a étudié les potentiels électriques dans un liquide conducteur en mouvement uniforme et reconnu que le mouvement à travers des tubes de verre larges, de même section dans toute leur étendue, ne produit aucune différence de potentiel appréciable entre deux points du liquide. — M. **Raoul Pictet** a effectué des recherches expérimentales sur le rayonnement à basses températures. 1° Entre — 170° et — 70°, l'afflux de chaleur est énorme et très supérieur à la courbe de Newton établie pour 0°. 2° De — 170° à — 100°, l'influence des enveloppes protectrices isolantes paraît à peu près nulle ; au contraire, entre — 55° et + 11° les courbes obtenues varient avec l'enveloppe et l'effet des parois protectrices semble devenir progressivement proportionnel à leur épaisseur entre — 20° et + 10°. 3° La température des corps mauvais conducteurs ne semble pas avoir d'influence sur leur diathermanéité pour les rayons émis par les corps très froids au-dessous de — 70°. — M. **Dussau** adresse un mémoire relatif à un procédé pour le traitement des eaux d'égout. — M. **Henri Moissan** a reconnu que le bore et le silicium déplacent nettement le carbone dans une fonte ou dans un carbure de fer en fusion. Ces corps, maintenus à une température suffisante, se conduisent exactement comme les solutions aqueuses de certains composés, dans lesquels on précipite ou déplace tel ou tel corps en solution ou en combinaison. — M. le Secrétaire signale deux brochures de M. **Adolphe Carnot** intitulées : « Analyse des eaux minérales françaises exécutées au bureau d'essai de l'Ecole des Mines » et « Minerais de manganèse analysés au bureau d'essai de l'Ecole des Mines ». — M. **J. Peyrou** a fait un grand nombre de dosages de l'ozone atmosphérique par la méthode du papier ozonoscopique ioduro-amidonné ; l'auteur a toujours trouvé plus d'ozone au-dessus des plantes qu'au-dessus de la terre sans végétation. La végétation favorise la formation de l'ozone atmosphérique, et la quantité d'ozone produite est d'autant plus grande que la végétation ambiante est plus active. — M. **A. Villiers** explique la difficulté avec laquelle certains sulfures sont attaqués par l'acide chlorhydrique tandis que les sels correspondants ne sont pas précipités par l'acide sulfurique en présence d'un léger excès d'acide, en supposant que les sulfures de ces métaux, au moment de leur mise en liberté par les sulfures alcalins, se produisent sous un état différent de celui sous lequel nous les connaissons. — M. **Delépine** a préparé des combinaisons de l'hexaméthylène-amine avec l'azotate, le chlorure et le carbonate d'argent ayant les formules suivantes :

$$C^6H^{12}Az^4,AzO^3Ag;\quad C^6H^{12}Az^4,\ HAgCl;$$
$$3CO^3Ag^2,\quad 5C^6H^{12}Az^4,\ 15H^2O$$

— M. **Albert Colson**, en faisant agir le chlorure de cyanogène sur le paraxylène dilué dans l'éther incomplètement sec, a pu obtenir de l'uréthane, un éther cyané soluble qui présente la composition du nitrile éthyllactique :

$$CH^3-CH\begin{cases}OC^2H^5\\CAz\end{cases}$$

et un éther cyané insoluble, isomère avec le premier, et dont l'isomérie paraît être de nature physique. — M. **Charles Lepierre** a entrepris l'étude méthodique des chromates de fer; il a obtenu treize chromates, dont deux seulement sont connus; tous ces sels sont doubles et sont tous ferriques; ils sont en général hydratés et tous colorés. Les chromates de fer forment une série parallèle à celle des sulfates basiques du même métal; ils sont susceptibles d'application pour la

peinture sur faïence et sur porcelaine. — M. A. Bach indique un nouveau réactif permettant de démontrer la présence de l'eau oxygénée dans les plantes vertes; il repose sur le fait que l'acide perchromique en solution éthérée transforme très facilement, en présence d'un acide libre, l'aniline en une matière colorante violette. Vingt-cinq espèces végétales examinées ont donné un résultat positif en ce qui concerne la présence de l'eau oxygénée. — M. Alph. Combes a déterminé la valence du glucinium et, par suite, la formule de la glucine en déterminant le poids moléculaire de l'acétylacétonate de glucinium : $Gl(C^5H^7O^2)^2$. — MM. L. Zorn et H. Brunel établissent que, contrairement à l'opinion généralement admise, le groupe SO^2, dans les sulfones aromatiques, se met en position méta. — M. Maumené adresse une note sur la constitution des corps organiques. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. Ranvier, dans un travail sur la circulation de la lymphe dans les petits troncs lymphatiques, a pu faire apparaître ceux-ci en les remplissant d'un liquide coloré, le bleu de Prusse soluble. — M. Millardet donne un extrait de son travail sur l'importance de l'hybridation pour la reconstitution des vignobles. — M. Racovitza présente une étude sur le lobe céphalique des Euphrosines. — M. Gruvel, étudiant le développement du rein et de la cavité générale chez les Cirripèdes, trouve que, contrairement à ce que l'on voit chez les adultes, il existe une communication nette entre la cavité générale et le rein. — M. Wedensky signale les différences entre le muscle normal et le muscle énervé. — M. Prunet indique les rapports biologiques du *Cladochytrium viticolum* Prunet avec la vigne. — M. Flahault donne une carte botanique détaillée de la France. — M. B. Renault signale un mode de déhiscence curieux du pollen de *Dolerophyllum*, genre fossile du terrain houiller supérieur. J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 18 Décembre 1894.

L'Académie procède au renouvellement de son bureau pour l'année 1895. En vertu du règlement, le vice-président de l'année 1894, M. Empis, devient de droit président pour l'année 1895. M. Hervieux est élu vice-président pour l'année 1895. MM. Cadet de Gassicourt et Caventou sont maintenus par acclamation dans leurs fonctions de secrétaire annuel et de trésorier. MM. L. Colin et Tillaux sont élus, à l'unanimité, membres du Conseil d'administration. — MM. A. Proust et H. Bourgès présentent une communication relative à une paralysie consécutive à une angine pseudo-membraneuse, reconnue comme non diphtérique à l'examen bactériologique. — M. Vallin présente quelques observations sur une communication récente de MM. Laveran et Regnard, relative à la pathogénie et au mécanisme du coup de chaleur. Dans des expériences déjà anciennes sur le même sujet, il est arrivé à des résultats différents de ceux de MM. Laveran et Regnard ; mais il montre que les conditions dans lesquelles il s'était placé n'étaient pas les mêmes. — M. le Dr Teissier (de Lyon) lit un mémoire sur le cœur forcé et le surmenage dans les exercices de sport. — M. le Dr Doyen (de Reims) lit un travail sur les résultats éloignés des opérations pour affections non cancéreuses de l'estomac.

Séance du 26 Décembre 1894.

La discussion sur la pathogénie et le mécanisme du coup de chaleur continue. MM. Laveran, Vallin et Le Roy de Méricourt présentent leurs observations. — M. le Dr M. Laugier lit une note sur la gangrène des doigts à la suite de pansements phéniqués. — M. le Dr Mougeot présente ses recherches relatives à l'influence des courbes météorologiques sur les épidémies de choléra en Cochinchine et leur gravité.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 15 Décembre 1894.

MM. Gilbert et Cadiot présentent le résultat de leurs recherches sur le foie des animaux tuberculeux. Dans la presque totalité des cas, cet organe était le siège de lésions tuberculeuses; ils ont trouvé quelquefois de la cirrhose et une altération de la cellule hépatique. La dégénérescence graisseuse est très rare. — M. Surmont et Brunelle (de Lille) montrent que le chlorure de sodium introduit en excès dans la circulation s'élimine au niveau de l'estomac. — M. Ch. Richet étudie les propriétés hypnotiques de deux nouvelles chloraloses : l'arabino- et la xylochloralose. — MM. Pachon et Carvallo ont pratiqué l'extirpation totale de l'estomac chez le chat. Toutes les fonctions se font régulièrement; tous les aliments, sauf la viande crue, sont bien digérés. — MM. Abelous et Biarnès étudient le pouvoir oxydant du sang et des différents organes. Ils arrivent à cette conclusion que les oxydations organiques sont le résultat de l'activité d'un ferment soluble oxydant. — M. H. Moreau a découvert une communication entre les lymphatiques génitaux et ceux du rectum chez la femme. — M. Ch. Richet montre que l'atropine rend l'asphyxie plus rapide, parce qu'elle empêche le cœur de se ralentir. — M. Ausché rapporte une série d'observations d'hématémèse due à la neurasthénie.

M. Lapicque est élu membre de la Société par 39 voix contre 7 données à M. Sanchez-Toledo.

Séance du 22 Décembre 1894.

M. Pillet fait remarquer la fréquence de la stéatose hépatique chez les oiseaux, les reptiles, les poissons. Chez l'homme, le foie n'est généralement pas gras, mais l'adipose peut survenir dans certaines conditions pathologiques, particulièrement à la suite des maladies tuberculeuses. — MM. Gaudier et Hilt ont trouvé que la toxicité urinaire chez les cancéreux est supérieure à celle de l'homme sain. — MM. Bar et Rénon ont observé, chez un enfant nouveau-né, le premier stade d'une dégénérescence kystique des reins, représenté par l'ectasie des canalicules biliaires. — M. Durante a observé un cas de dégénérescence descendante des faisceaux sensitifs, consécutive à une lésion cérébrale. — M. Contejean présente une série de tracés, pris à l'aide d'une pince cardiaque spéciale, qui semblent confirmer la manière de voir de Fredericq qui estime que la contraction cardiaque est tétanique et se fait par une série de secousses. — M. Féré cite quelques faits qui établissent une ressemblance pathologique entre frères jumeaux. — M. Gley rappelle que les physiologistes ont signalé depuis longtemps le danger des inoculations de suc thyroïdien. — M. Guignard décrit un nouveau bacille chromogène. — M. Azoulay expose une modification qu'il a apportée à la méthode de Golgi pour la coloration des coupes des centres nerveux.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Décembre 1894.

M. Maumené expose ses idées sur les lois générales de l'action chimique. La seule loi à laquelle obéissent les combinaisons est la suivante. Lorsqu'un corps simple, dont le volume par équivalent est V, agit sur un autre de volume V', le nombre d'équivalents du premier qui agissent sur un équivalent du second est égal au quotient de V par V'. Cette loi s'applique, quel que soit l'état physique des corps, pourvu qu'ils soient incapables de se mélanger. Cette loi est la seule qui puisse rendre compte du mode d'action du chlore sur la chaux hydratée dans la production du chlorure de chaux. Dans cette préparation, quel que soit l'excès de chlore, il reste toujours de la chaux vive. La loi précédente conduit à admettre que le chlore agit sur la chaux dans le rapport d'un équivalent et demi de l'un pour

un équivalent de l'autre, et que la réaction doit être formulée

$$2Cl + 3CaO, HO = CaCl + CaO, ClO + CaO(HO)^3$$

Ce résultat concorde rigoureusement avec les résultats des analyses précises de M. Kolbe, de Lille. De même, la loi précédente explique pourquoi le phosphure de chaux, produit par l'action de la vapeur de phosphore sur la craie, doit avoir pour formule $Ph(CaO)^2$. Puis, cette loi permet d'expliquer pourquoi l'eau a la composition qu'on lui connaît. M. Maumené admet que, lorsque l'oxygène et l'hydrogène se combinent à la température du rouge, ces deux gaz deviennent liquides ou solides pour agir l'un sur l'autre. Ils doivent se condenser pour pouvoir s'unir. — M. Ponsot expose l'état actuel de la question des cryohydrates et communique les résultats de ses expériences personnelles sur cette question. De Luc avait remarqué depuis longtemps que la température minima, présentée par un mélange de glace et de sel, est indépendante des proportions du mélange, le sel étant en excès, et que cette température est celle à laquelle une dissolution saturée de ce sel se congèle. En 1875, M. Guthrie reprend l'étude de cette question. Il constate que, si on fait congeler le liquide obtenu en mélangeant de la glace et un sel, cette congélation se fait à la température minima de ce mélange, qu'elle est invariable pendant toute la durée de la congélation, qu'il y a identité de composition du liquide et du solide, et que ce dernier est en cristaux transparents. Ces trois raisons lui semblent suffisantes pour conclure à l'existence d'un composé défini, d'un *cryohydrate*, auquel, en équivalents, il attribue une formule, soit pour le chlorure de sodium, $NaCl + 10HO$. Il étudie un grand nombre d'exemples, et trouve, par exemple

$$KO, AzO^5 + 89{,}2\ HO, \quad KO, SO^3 + 114{,}2\ HO.$$

Malgré la complexité des nombres d'équivalents d'eau, les idées de M. Guthrie furent adoptées par un grand nombre de savants. En 1877, Pfaundler émit l'opinion que les cryohydrates étaient un mélange de glace et de sel. Elle fut partagée par Masotto en 1890, et Schreenemakers en 1893, qui étudièrent les mélanges de deux sels avec la glace. M. Duhem (1893) démontra théoriquement qu'il y a simplement un mélange de glace et de sel. Il annonça aussi que la composition des cryohydrates devrait varier avec la pression. Néanmoins, malgré ces publications, un certain nombre de savants conservent les idées de Guthrie. En 1887, M. Etard suppose qu'il obtient des hydrates identiques aux cryohydrates de Guthrie. M. Engel, dans une communication du 3 novembre 1893, semblait conserver cette opinion lorsqu'il recherchait une relation entre le nombre de molécules d'eau fixées par la molécule saline, et les poids atomiques des constituants de cette molécule. Enfin, dans la dernière séance, M. Le Châtelier a dit que ce sont des mélanges d'hydrates mal définis, et il pense que certains, tel que celui de bichromate de potasse, sont amorphes. M. Ponsot montrera tout à l'heure que l'expérience prouve le contraire. L'auteur expose alors par quelles considérations on peut expliquer les phénomènes cryohydratiques. Il trace d'abord la courbe de solubilité du chlorure de potassium, et remarque que, pour tous les points figuratifs situés au-dessus, la dissolution est sursaturée. Puis il considère une solution très étendue et il la refroidit. De la glace se forme et la concentration augmente. La courbe qui représente cette marche est telle que le coefficient d'abaissement croît avec l'abaissement lui-même, sans présenter de maximum; donc elle coupe la précédente au point cryohydratique. Toutes les solutions, telles que le point figuratif est au-dessus de cette courbe, pourront dissoudre de la glace. Au contraire, les dissolutions relatives aux autres points seront celles pour lesquelles de la glace pourra se produire. Elles seront sursaturées de glace. Il y a donc une région où les dissolutions seront à la fois sursaturées de glace et de sel. Si l'on part d'un point de cette région, et qu'on procède successivement par addition d'une parcelle de glace, puis de sel, le point figuratif décrit nécessairement une ligne brisée qui s'appuie alternativement sur les deux courbes tracées et arrive au point cryohydratique, qu'il ne peut dépasser. Ce point correspond à la température d'équilibre à la fois pour la glace et pour le sel. L'auteur montre alors qu'il existe un moyen de séparer la dissolution cryohydratique en glace et en sel. Si la température ne peut s'abaisser au-dessous du point cryohydratique, c'est que si, par un mélange réfrigérant, on enlève de la chaleur, la formation de glace et de sel en redonne. — M. Ponsot expose ensuite les expériences qu'il a entreprises il y a plusieurs années, et qu'il a reprises dernièrement. Il indique d'abord les précautions nécessaires pour produire une dissolution avec sa concentration cryohydratique. Puis, pour rechercher si les lamelles cristallines transparentes qui se forment renferment des cristaux de glace, il s'est servi du microscope. Il décrit le dispositif auquel il a eu recours et qui permet d'observer en lumière polarisée lorsque la nature des cristaux se prête à cette étude. Au lieu de la platine ordinaire du microscope, se trouve une lame de verre sur laquelle on dépose une goutte de liquide cryohydratique. Tout autour du cylindre qui contient le microscope et la lame de verre, est disposé un mélange réfrigérant. Les expériences ont d'abord porté sur le permanganate de potasse. Quelques instants après qu'on a installé le liquide cryohydratique, on voit, sans qu'on ait apporté aucun germe, se produire une abondante cristallisation. Dans le cas du permanganate, on voit des lignes absolument incolores avec bifurcations nombreuses (glace pure), entre lesquelles sont des régions d'abord colorées en rose. Ces dernières doivent être encore liquides, car, au bout de quelques minutes, il se produit une quantité considérable d'aiguilles cristallines en même temps que l'espace intermédiaire devient incolore. Ces cristaux étant de très petites dimensions, on peut les faire grossir en faisant fondre partiellement, puis en laissant refroidir de nouveau. En répétant ce traitement, les cristaux arrivent à être très nets. On peut alors reconnaître qu'ils sont bien identiques aux cristaux de permanganate obtenus par évaporation d'une dissolution saturée. M. Ponsot est parvenu à obtenir des photographies de ces cristaux; il projette une série de clichés représentant les différentes phases du phénomène. Il a ensuite étudié de la même façon le bichromate de potasse. Mais, dans ce cas, il est impossible d'obtenir pour le phénomène initial des clichés visibles en projection. Au microscope, on distingue nettement les lamelles de bichromate entre lesquelles se trouvent des lamelles de glace non seulement sur le même plan, mais sur des plans superposés. Une dissolution cryohydratique contenue dans un tube donne d'abord une masse d'apparence amorphe; mais, en la traitant par le même procédé que le permanganate, on arrive à obtenir des cristaux très nets. M. Ponsot a étudié aussi les dissolutions d'azotate de potasse, de sulfate de cuivre et de chlorure de potassium. L'ensemble de ses expériences confirme bien les vues de Schreenemakers et de M. Duhem. Au point cryohydratique, il y a toujours séparation de glace. Il n'y a pas de cryohydrate. Il n'y a qu'un mélange de glace et de sel. Il doit donc en être de même dans la partie liquide. A la dénomination de *cryohydrates*, M. Ponsot préférerait celle de *cryosels*. Il existe des cryosels simples formés d'un mélange d'un seul sel et de glace, et des cryosels composés. Quand deux sels ne peuvent former un sel double, il n'y a qu'une température minima unique. Mais s'ils peuvent former un sel double, il y a deux cryosels. A l'une de ces températures minima, on peut avoir dans la glace un mélange de deux sels. Ce résultat montre comment, à une même température, peuvent se faire plusieurs sels cristallins dans un même dissolvant. De là son

intérêt pour l'explication de la formation des roches éruptives, ou pour les reproductions minéralogiques. Enfin, l'abaissement maximum du point de congélation dans les dissolvants les plus connus, eau, benzine, acide acétique, etc., mérite de prendre rang parmi les constantes spécifiques d'un corps. — M. Engel se défend d'avoir prétendu que les cryohydrates étaient des sels à composition définie. Il les a simplement considérés comme des sels avec une quantité d'eau déterminée. Il a pu parler d'une loi entre le nombre de molécules d'eau fixées par un sel, tel qu'un chlorure alcalin ou alcalino-terreux, et l'abaissement de la température, puis en déduire une relation entre le nombre de molécules d'eau fixées et les poids atomiques du métal et du métalloïde, sans pour cela prétendre à l'existence de combinaisons définies. Il n'a fait que grouper un ensemble de résultats expérimentaux. — M. Wyrouboff ne croit pas qu'on puisse traiter aussi simplement les questions de saturation. On ignore pourquoi les corps se sursaturent. On sait simplement que les seuls qui puissent se sursaturer sont ceux qui forment deux hydrates. Il a fait autrefois des expériences à ce sujet, et il a vu, par les propriétés optiques, que les cristaux n'étaient pas des cristaux de bichromate, mais des cristaux d'hydrates. On ne peut dire en bloc qu'il se fait un sel et de la glace. Il peut se faire un ou plusieurs hydrates. Il doit y avoir beaucoup d'hydrates inconnus à la température ordinaire. C'est là ce qu'il serait intéressant d'étudier. — M. Ponsot fait remarquer que ce qu'il a voulu prouver, c'est qu'il n'existe pas un sel unique renfermant tout le sel et toute la glace, mais que, conformément à la théorie, il y a un mélange de glace et de sel : ce dernier est anhydre ou hydraté, mais, dans ce cas, c'est un hydrate défini, le même qui cristalliserait dans la dissolution, si on évaporait l'eau à cette température.

Edgard Haudié.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 5 Décembre 1894.

M. Lindet expose à la Société les derniers perfectionnements réalisés par l'industrie sucrière au point de vue de la concentration des jus, de la double carbonatation, de l'évaporation et de la cuite en grains. — M. Maumené a appliqué à la purification du sucre et des alcools le permanganate de potasse, déjà employé à maints usages de ce genre. Il a obtenu ainsi d'excellents résultats.

E. Charon.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 19 Décembre 1894.

M. Laisant : Sur une propriété du mouvement d'un point matériel dans l'espace. — M. Mannheim : Nouvelle démonstration d'une propriété de l'indicatrice. — M. Fauret : Addition à une communication précédente sur un théorème de Mécanique.

Paul Genty.

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS

Séance du 9 Décembre 1894.

M. Laisant établit une propriété du mouvement d'un point dans l'espace lorsque ce mouvement est soumis à la loi des aires. — M. Bordas décrit les glandes salivaires de l'abeille; il en trouve six paires. Ces glandes ne sont pas également développées chez les mâles et chez les neutres.

Séance du 22 Décembre 1894.

M. le Dr Jousseaume : Diagnose de nouveaux Mollusques de la mer Rouge. — M. Bietrix : Sur une évaluation de la pression dans le cœur des Poissons. — M. Brongniart présente son ouvrage intitulé : *Recherches pour servir à l'histoire des insectes fossiles des temps primaires*, précédées d'une *Étude sur la nervation des ailes des insectes*.

Ch. Broche.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques.

Sir David Salomons. — Sur quelques phénomènes observés dans les tubes à vide. — Ce mémoire traite des phénomènes connus sous le nom de stries ou de bandes dans les tubes à vide. Autant que l'auteur a pu l'apprendre par les documents qu'il a consultés, personne jusqu'ici n'avait trouvé le moyen de produire à volonté un nombre déterminé de bandes brillantes et obscures dans un tube. Après des recherches prolongées, il a réussi à produire ce résultat et, dans le présent mémoire il décrit d'abord les méthodes qui permettent de produire un nombre déterminé de bandes obscures et brillantes dans un tube à vide et, secondement, un grand nombre de phénomènes intéressants qui ont trait à la production des bandes en général. Voici quelques-unes des conclusions qui résultent des expériences : Ces bandes s'obtiennent plus facilement dans des petits tubes que dans des grands et elles deviennent plus accentuées, probablement par suite de l'inégalité du diamètre de ces tubes. Dans la production des bandes le verre du tube semble jouer un rôle, puisque les bandes sont difficiles à produire quand elles ne touchent pas au verre du tube. Un courant extrêmement faible produit des bandes qui, dans la plupart des cas, disparaissent quand le courant augmente un peu et redeviennent visibles quand le courant continue à croître. L'auteur croit que, dans toutes les recherches précédentes, on a trouvé que les bandes ne pouvaient être produites que par le passage d'un courant intense. Il rappelle les travaux de MM. Warren de la Rue, Gassiot et autres. Les expériences prouvent cependant le contraire. La raison probable de ces résultats est le fait qu'avec les appareils employés à cette époque, il n'était pas facile de produire des courants assez faibles. Quand on augmente l'intensité du courant faible et que les bandes semblent disparaître, l'auteur pense que cet effet est dû à une illusion d'optique; les bandes existent, mais elles sont trop peu nettes pour qu'on puisse les voir, peut-être parce que les bandes sombres sont assez étroites pour échapper à l'observation. Quand une décharge électrique se produit dans un grand tube qui contient un diaphragme percé d'un trou, il semble se produire souvent un effet de poussée (*forcing effect*). Toutes les bandes brillantes qui sont produites au trou du diaphragme peuvent paraître être poussées à travers le trou vers le côté le plus long du tube. Ce phénomène est mentionné parce qu'il est apte à masquer plusieurs effets, si le courant n'est pas réglé convenablement. Après que la première trace de lumière est devenue visible dans un tube par suite du passage d'un courant très faible, il n'est pas impossible que les bandes sombres qui succèdent à cette phase soient illusoires et qu'elles soient en réalité des bandes brillantes; ce qui semble constituer les bandes brillantes serait l'effet d'une superposition qui produirait deux fois plus de lumière que ce qu'on appelle les bandes brillantes. En réalité, les bandes brillantes indiqueraient la position des bandes sombres. On peut produire dans un grand tube des bandes qui n'occupent qu'une faible portion de la section du tube, au moins autant que l'œil peut en juger. En employant les tubes de Crookes qui servent aux expériences sur la matière radiante, on peut, dans des conditions convenables, produire des stries dans ces tubes. Dans des tubes qui ont des électrodes extrêmement petites et qui ne semblent pas aptes à produire des stries, on en observe toutefois avec des courants très faibles. Le tube, quand il agit comme un condensateur, laisse passer un courant plus intense. D'après les considérations précédentes, il n'est pas impossible que, comme on l'a soutenu relativement à l'origine probable des bandes, elles consistent en une série de décharges à travers le tube; la nature de cette décharge peut être modifiée par l'introduction d'accessoires convenables

dans les tubes; pour examiner la nature de cette décharge dans les meilleures conditions, il faut opérer avec des courants très faibles, c'est-à-dire avec l'intensité de courant minima nécessaire pour produire un phénomène lumineux.

2° SCIENCES NATURELLES.

J. Gowland Hopkins, *démonstrateur de Physiologie et de Chimie à Guy's Hospital (Londres).* — **Les pigments des Piérides ; contribution à l'étude des substances excrétoires qui servent à l'ornement des animaux.** — Voici les principaux faits établis par M. Hopkins : La plupart des résultats reposent sur des observations originales, consignées dans le mémoire : 1° Les écailles des ailes des Piérides blanches contiennent de l'acide urique, qui joue le rôle d'un pigment blanc. 2° Le pigment jaune qui se retrouve dans la majorité des genres est un dérivé de l'acide urique. 3° L'étude des propriétés de ce pigment jaune et les résultats de l'analyse montrent que les pigments des divers genres jaunes sont identiques. 4° On peut produire ce pigment artificiellement en chauffant de l'acide urique en tube scellé avec de l'eau à haute température. Le produit ainsi obtenu a été antérieurement décrit par Hlasiwetz comme « acide mycomélique », mais l'auteur établit que la substance obtenue était en réalité de l'urate d'ammonium, coloré par un corps jaune, probablement identique au pigment naturel. 5° L'identité des deux pigments — naturel et artificiel — est démontrée par ce fait que, soumis à un même traitement, ils donnent tous deux naissance à un dérivé pourpre, qui a un spectre d'absorption très net et facile à identifier. 6° Le jaune artificiel n'a pu être obtenu à l'état pur, mais il a été amené cependant à un degré de pureté suffisante pour présenter nettement toutes les propriétés du pigment naturel. 7° Le pigment naturel est certainement une individualité chimique. L'auteur en discute la constitution probable. 8° La substance jaune (« acide lépidotique ») et une substance rouge qui lui est étroitement apparentée constituent, à elles seules, toute la pigmentation chimique des écailles alaires des Piérides colorées, bien que des modifications puissent se produire par des effets optiques surajoutés. Il n'est pas question dans le mémoire du pigment noir qui se retrouve aussi dans ce groupe. 9° Si ces dérivés de l'acide urique se retrouvent chez toutes les Piérides, ils semblent en revanche ne se retrouver que dans ce groupe parmi les Rhopalocères. Cela permet de faire l'intéressante observation suivante : lorsqu'une Piéride imite (*mimics*) un insecte d'une autre famille, les pigments sont dans les deux cas chimiquement distincts. Le cas est très net pour les genres *Leptalis* et *Mechanitis*. 10° L'existence de pigments distincts des pigments des écailles est pour la première fois signalée : ils se trouvent, par exemple, entre les membranes de l'aile et constituent dans certains genres la base de la décoration. 11° Ce qui achève d'établir la nature excrétoire du pigment des écailles, c'est qu'au moment où les Piérides jaunes sortent de la chrysalide, elles peuvent rendre par le rectum une certaine quantité d'une substance jaune qui ressemble exactement au pigment de l'aile.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Dr J. Larmor : Portée de la théorie de Wiener sur la localisation au sujet de l'action photographique des ondes lumineuses stationnaires. Dans son mémoire, l'auteur discute la théorie de Wiener comparativement à celle de Mac Cullagh. — **Dr Sidney Young :** Influence des volumes relatifs d'un corps à l'état liquide et à l'état de vapeur sur la tension de vapeur d'un liquide à température constante. L'auteur a examiné la question étudiée par le Pr Batelli qui, dans ses recherches sur la tension de la vapeur d'un liquide à une température donnée, en relation avec les volumes relatifs du liquide et de la vapeur, avait conclu que la pression est d'autant plus élevée que le volume du liquide est plus grand. Ces résultats opposés à ceux obtenus par M. Ramsay et par l'auteur portent ce dernier à croire qu'il y a eu erreur d'expérience provenant soit de la présence de l'air, soit de l'impureté des liquides examinés. M. Sidney Young prouve, par ses expériences faites sur l'isopentane liquide, bouillant à 28° et obtenu à l'état tout à fait pur, que la tension de vapeur de ce liquide est tout à fait indépendante de la relation qui existe entre les volumes de ce corps à l'état liquide et à l'état de vapeur. — **M. Burke** fait une communication sur l'hypothèse du Pr **J.-J.** Thomson relative à la phosphorescence du verre qui serait due aux rayons cathodiques. Beccaria avait déjà observé que les ampoules de verre dans lesquelles on a fait le vide devenaient lumineuses, lorsqu'on les brisait, à l'endroit même où se produisait le choc ; il attribuait ce fait au choc de l'air contre le verre. Les recherches du Pr Thomson sur l'électricité et le magnétisme montrent qu'il est possible de trouver une relation entre les faits et la théorie de Crookes se rapportant aux effets lumineux des tubes de Geissler. L'auteur a toutefois remarqué que les phénomènes lumineux se produisaient seulement lorsque le bris de l'ampoule avait lieu par le choc d'un corps solide contre un autre corps solide ; ce qui prouverait que ces phénomènes résultent du choc des morceaux de verre les uns contre les autres et non du choc de l'air contre le verre.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

M. A.-P. Laurie : Etude sur la force électromotrice des alliages dans un circuit voltaïque. Dans sa communication, l'auteur donne le résultat de ses recherches sur la détermination de la force électromotrice de seize alliages. Ses résultats confirment ceux obtenus par Matthiessen. Dans la plupart des cas, l'addition d'un métal à un alliage provoque le déplacement d'un des métaux qui le compose. Ainsi le mercure décompose l'alliage d'or et d'étain, et le zinc, ajouté à l'alliage de cuivre et d'étain, déplace ce dernier. — **MM. G. W. Mac Donald** et **Orme Masson :** Sur un produit obtenu par l'action de l'acide nitrique sur l'éthylate de sodium. D'après les recherches de l'auteur, le produit principal qui résulte de cette création serait un corps de formule : $CH^2Az^4O^4H^2$, corps cristallisé, fortement explosif, insoluble dans l'alcool, mais soluble dans l'eau. On a obtenu le sel : $CH^2Az^4O^4Co$. L'auteur croit que ces corps proviennent de l'acide méthylènedihydroxynitrosamine qui a pour formule : $CH^2[Az(AzO)OH]^2$. — **M. W. A. Bone** et **J.-C. Coin :** Sur la combustion incomplète de quelques gaz des composés du charbon. En faisant détoner l'acétylène dans l'oxygène, les auteurs ont trouvé que la décomposition se faisait suivant l'équation :

$$2\,C^2H^2+O^2=2CO+2C+2H^2$$

Si l'on fait détoner un mélange de cyanogène et d'hydrogène dans de l'oxygène, on remarque un accroissement considérable de pression en même temps que du carbone est mis en liberté. Il est à remarquer aussi qu'il se forme, dans ce cas, du méthane et de l'acétylène. La quantité formée de ces deux corps est d'environ 1,7 %; la réaction a lieu par suite de l'union directe du charbon et de l'hydrogène à la température de la combustion. D'après plusieurs expériences, les auteurs croient pouvoir conclure que, si l'on opère la combustion d'un hydrocarbure contenant n atomes de carbone avec n atomes d'oxygène, la réaction qui se produit peut être exprimée comme suit :

$$C^n\,H^x\,O^n = n\,CO + \frac{x}{2}\,H^2.$$

M. W.-H. Perkin jun. F. R. S. : Sur les dérivés du tétraméthylène. L'auteur a obtenu la tétraméthylène amine :

$$\begin{array}{l} CH^2-CH^2 \\ \;\;|\qquad\;\; | \\ CH^2-CH.AzH^2 \end{array}$$

en traitant par le brome ou la potasse l'amide de l'acide tétraméthylènecarbonique. Il a obtenu également l'hydroxytétraméthylène :

$$\begin{array}{l} CH^2-CH^2 \\ \quad\ \ | \\ CH^2-CHOH \end{array}$$

en traitant le chlorhydrate de tétraméthylène amine par le nitrite d'argent; le chlorotétraméthylène, par l'action du pentachlorure de phosphore sur l'hydroxytétraméthylène. L'auteur a étudié aussi l'action du brome sur l'acide tétraméthylènedicarbonique de formule :

$$\begin{array}{l} CH^2-CH.COOH \\ \quad\ \ | \qquad\ \ | \\ CH^2-CH.COOH \end{array}$$

Cet acide, traité par un excès de brome, en présence du phosphore, donne l'acide dibromotétraméthylènedicarbonique :

$$\begin{array}{l} CH^2-CBr.COOH \\ \quad\ \ | \qquad\ \ | \\ CH^2-CBr.COOH \end{array}$$

qui, traité par l'oxyde d'argent, donne l'acide dioxytétraméthylènedicarbonique :

$$\begin{array}{l} CH^2-C(OH).COOH \\ \quad\ \ | \qquad\ \ | \\ CH^2-C(OH).COOH. \end{array}$$

Le même auteur décrit aussi l'acide dibrompentaméthylènedicarbonique

$$CH^2 \left\langle \begin{array}{l} CH^2-CBr.COOH \\ \qquad\qquad | \\ CH^2-CBr.COOH \end{array} \right.$$

et ses dérivés. — MM. **A. V. Crossley** et **W. H. Perkin** jun. F. R. S. : Etude des dérivés de substitution de l'acide pimélique ; mode de préparation et les propriétés de l'acide éthylméthylpimélique :

$$COOH.CH(Me)(CH^2)^3CH.(Et)COOH$$

et de ses dérivés. — M. **Bevan Léon** : Sur les dérivés de l'acide butanetétracarbonique et de l'acide adipique; l'auteur attribue à ces dérivés la formule suivante :

$$\begin{array}{l} HOOC \\ HOOC \end{array} \Big\rangle CH-CH^2-CH^2-RC \begin{array}{l} COOH \\ COOH \end{array}$$

M. **A. L. Stern** : Contribution à la chimie de la cellulose et principalement de l'action de l'acide sulfurique sur la cellulose et les produits de substitution de ce corps. — M. **J.-J. Sudborough** : Action du chlore sur une solution d'aniline dans le chloroforme ; à saturation, on obtient la parachloraniline, la dichloraniline 2.4. et la trichloraniline 2.4.6. — MM. **Francis R. Japp**, F. R. S. et **B. Davidson** : Condensation du benzyl et de l'éthylmalonate : Par l'action de l'éthylate de sodium sur un mélange de benzyl et d'éthylmalonate, les auteurs ont obtenu l'éther monoéthylique de l'acide benzoylmalonique

$$\begin{array}{l} C^6H^5-C(OH)-CH \begin{array}{l} COOC_2H^5 \\ COOH \end{array} \\ \qquad\qquad\ \ | \\ C^6H^5-CO \end{array}$$

et l'acide désylènemalonique qui a pour formule :

$$\begin{array}{l} C^6H^5-C=CH-COOH \\ \qquad\qquad\ \ | \\ C^6H^5-CO \end{array}$$

Ce dernier, chauffé à la température de son point de fusion, se décompose en acide carbonique et acide désylène acétique

$$\begin{array}{l} C^6H^5-C=CH-COOH \\ \qquad\qquad\ \ | \\ C^6H^5-CO \end{array}$$

dont ils étudient les propriétés.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 29 Novembre 1894.

1° Sciences physiques. — M. **Gustav Benischke** (d'Innsbruck) : Rôle du condensateur dans les circuits de courants alternatifs. — M. **J. Finger** : Le potentiel des forces intérieures. — M. **G. v. Georgievics** : Sur la nature de la teinture. L'étude de la coloration de la soie par le carmin d'indigo a conduit l'auteur aux résultats suivants : 1° L'acide sulfurique, ajouté au bain de teinture, a une double action ; il met l'acide colorant en liberté et employé en excès, il joue le même rôle que le sel de cuisine dans la teinture du coton avec les matières colorantes de la benzidine. 2° Le coefficient de partage de la couleur entre la fibre et la solution n'est pas constant et diminue quand la concentration augmente. La loi de Henry, développée par Van't Hoff et Nerst s'applique exactement dans le cas étudié. Le coefficient de partage est plus grand avec les colorants basiques et faible avec des colorants salins ; les colorants acides occupent une place intermédiaire. L'ensemble de ces faits conduit à envisager l'action de la fibre sur la couleur comme une action chimique. — M. **J. Herzig** : Sur la quercétine et ses dérivés (10e communication). La substance regardée par Libermann et Hamburger comme la tribromquercétine a pour formule $C^{15}H^8Br^2O^7$ et doit être regardée comme la quercétine bibromée. La quercétine tétraéthylée donne, dans les mêmes conditions, un dérivé bibromé. — MM. **Herzig** et **J. Rellak** : Action des alcalis sur les dérivés bromés de la phloroglucine. Le brome donne, avec la diéthyle et la triéthylphloroglucine, un produit de substitution tribromé, remarquable par sa stabilité vis-à-vis des alcalis. Dans la préparation de la diéthylphloroglucine par la méthode de Will Albrecht, il se forme une quantité abondante de phloroglucide. — M. **Ernst Rosthner** : Sur l'oxyde d'éthylène.

2° Sciences naturelles. — MM. **Hilber** et **Richter** sont chargés de diriger des excursions géologiques, l'un dans la Turquie d'Europe, l'autre dans la Scandinavie.

Séance du 8 Décembre 1894.

M. le Président annonce la mort de M. **Cajetan v. Felder**, membre de l'Académie, survenue à Vienne le 30 novembre.

1° Sciences physiques. — M. **Karl Brunner** : Formation de l'acide propyltartronique à partir du dibutyrylcyanure. Le nitrile de l'acide butyrique normal est transformé par l'acide sulfurique en deux amides : l'un est identique avec celui de Maritz et fond à 107° ; l'autre fond à 150° et possède un poids moléculaire double du premier. Bouilli avec la potasse alcoolique, le cyanure donne l'acide propyltartronique qui perd de l'acide carbonique à 140-150° et fournit l'acide oxyvalérianique. Le nitrile de l'anhydride isobutyrique fournit aussi deux amides distincts et permet d'obtenir l'acide isopropyltartronique décomposable en donnant l'acide α-oxyisovalérique. L'auteur discute le mécanisme de ces réactions et propose des formules pour les cyanures dimoléculaires. — M. **Edouard Hübner** : Distillation des sels de chaux de quelques acides éthers de la série aromatique. L'auteur a généralisé les résultats signalés par Goldschmiedt et ses élèves et reconnu que la position relative des groupes éthéré et carboxyle est sans influence sur la marche de la réaction. — M. **Pomeranz** a préparé l'éther phénylique de l'aldéhyde glycolique par l'action du monochloracétal sur le phénolate de sodium et décomposition du produit obtenu par H^2SO^4 étendu. Ce corps est, en dehors des sucres et des corps chlorés, le premier exemple d'un composé stable à la température ordinaire contenant deux hydroxyles réunis au même carbone.

2° Sciences naturelles. — M. **Gejza v. Bukowski** présente la deuxième partie de son travail sur la « Faune des Mollusques dans l'île de Rhodes ».

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

6e ANNÉE N° 2 30 JANVIER 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES HOVA DE MADAGASCAR

Les habitants de Madagascar n'ont jamais eu d'appellation collective pour désigner la population tout entière de l'île. Les innombrables tribus ou plutôt familles qui composaient cette population, et que ne réunissait aucun lien politique ni commercial, vivaient dans un isolement absolu et ne se connaissaient point les unes les autres, n'ayant entre elles d'autres relations que les razzias et les pillages auxquels se livraient sans cesse les voisins immédiats.

C'est même assez récemment qu'un certain nombre de ces familles se sont groupées dans un but d'attaque ou de défense : la grande tribu des Sakalava ne s'est formée que vers le milieu du XVIIe siècle, celle des Betsimisaraka au milieu du XVIIIe, et celle des Betsileo au commencement de ce siècle. Quant aux habitants du centre de l'île, sur l'origine desquels je veux aujourd'hui donner quelques renseignements, c'est Andrianampoinimerina qui, le premier, les a réunis en une nation digne de ce nom. En 1787, lorsqu'il succéda à son oncle, que ses sujets mécontents de son gouvernement avaient déposé, il n'était que l'un des nombreux petits chefs de l'Imerina et, comme tous ses pareils, il ne commandait qu'à trois ou quatre villages; par son courage, par son intelligence, par son esprit politique, on pourrait presque dire par son génie, il a soumis à son autorité tous les autres chefs de la région centrale et, en mourant en 1810, il a laissé à son fils Radama Ier un royaume d'une vaste étendue. Ce prince, qui hérita, en même temps que du royaume de son père, de sa valeur chevaleresque et de ses qualités politiques, continua son œuvre et la mena à bonne fin, plus vite qu'il n'eût pu l'espérer, grâce aux conseils des Européens. Il mourut en 1828, possédant la moitié de l'île et commandant au moins aux trois quarts de la population totale.

I

En Europe, on donne le nom de *Hova* aux habitants de l'*Imerina* ou province centrale de l'île. C'est une appellation erronée; leur véritable nom est *Antaimerina* ou *Ambanilanitra*. Les Hova ne sont que l'une des trois castes qui composent la population de l'*Imerina* [1]. Le nom d'*Antaimerina* ou par abréviation *Merina* veut dire les habitants de l'Imerina (litt. : du pays nu, du pays où la vue s'étend au loin); celui d'*Ambanilanitra* signifie les hommes qui sont sous le ciel et vient de ce que les habitants du massif montagneux se considèrent comme plus près du ciel que les habitants des côtes.

Les Merina se divisent en trois castes : les *Andriana* ou les nobles, les *Hova* ou les hommes libres et les *Andevo* ou les esclaves. Ces castes n'ont pas seulement une signification sociale, comme on l'a cru jusqu'à présent, mais encore, comme mes recherches me l'ont prouvé, une signification histo-

[1] La reine Ranavalona Ire, ayant un jour reçu une lettre d'un capitaine de navire portant la suscription « S. M. Ranavalona, reine des Hova », s'en montra très blessée et ne parla de rien moins que de mettre à mort cet impertinent qui ne la reconnaissait pas pour Reine de tous les Merina.

rique et ethnographique; en effet, les *Andriana* ou nobles, qui se subdivisent en sept sous-castes [1], sont en réalité les descendants des immigrants malais; les *Hova* ou hommes libres sont les descendants des chefs des Vazimba qui étaient les premiers occupants du plateau central et qui, venus également de l'Est, mais longtemps auparavant, appartiennent, comme nous le dirons plus loin, à la race noire indonésienne [2]; les *Andevo* [3] ou esclaves comprennent, d'une part, ceux des Vazimba qui, après avoir vécu côte à côte avec les immigrants malais, ont fini par être soumis à leur autorité dans la seconde moitié du XVIe siècle par Andriamanelo, par son fils Ralambo et par son petit-fils Andrianjaka, d'autre part, soit des Malais et des Hova déchus de leur rang pour crimes divers ou pour dettes, soit des prisonniers faits dans les guerres avec les autres tribus de Madagascar ou volés dans des razzias, soit enfin des nègres africains apportés du continent voisin et vendus par les Arabes. Il ne faudrait pas croire que les deux premières castes se soient conservées sans mélange; celle des Andriana cependant est encore assez pure, parce que les lois interdisaient le mariage entre les femmes nobles et les Hova sous peine de déchéance et d'expulsion de leur famille et que les enfants d'un Andriana et d'une femme hova suivaient la condition de la mère. On peut même dire que les usages veulent encore aujourd'hui non seulement que les gens de caste différente ne s'entre-marient pas, mais même qu'on ne cherche pas sa femme en dehors de son clan et que les cousins épousent les cousines afin de perpétuer les propriétés dans la famille. Aussi, malgré la liberté extrême des mœurs à Madagascar, les Andriana ont-ils pour la plupart le type malais parfaitement caractérisé.

Les Hova, qui sont, comme l'indique leur nom [1], les descendants des chefs des Vazimba qui occupaient le massif central avant la venue des Malais, sont, au contraire, très mélangés; en effet, les raisons qui empêchaient l'introduction dans les familles nobles d'enfants nés de pères autres que des Andriana, n'existaient pas pour eux, et les femmes hova ne se faisaient point faute d'accorder leurs faveurs aux Andriana, de sorte que, si l'on ne trouve pas parmi eux de types malais dans toute leur pureté, il y a cependant beaucoup de métis qui en présentent certains caractères. En réalité, comme nous l'avons déjà dit, les Hova appartiennent à la race noire indonésienne, race qui a peuplé l'île entière et qui forme le fond de toutes les tribus du centre, aussi bien que de celles de l'Est et de l'Ouest, les chefs et les grands étant seuls d'une race différente; car il est remarquable qu'il n'y a pas une seule des tribus ou peuplades de Madagascar dont les chefs ne soient d'un autre sang que leurs sujets. Ce sont ces Hova qui sont corvéables à merci; descendant des vaincus, ils ont été naturellement chargés par leurs vainqueurs, les Andriana, de tous les travaux pour le service de la Reine et du gouvernement [2].

Quant aux esclaves, qui forment une grande partie de la population de l'Imerina, on retrouve parmi eux, comme on peut le comprendre facilement d'après l'énumération que nous avons faite des éléments divers qui composent cette caste, des types variés où les sangs jaune, mélanésien, africain et même blanc se confondent dans des proportions très variables.

II

A la suite de ces renseignements généraux sur l'origine des habitants de la province centrale, il n'est pas inutile de dire quelques mots de leur caractère, car on a porté sur les Merina (*vulgo* Hova) des jugements contradictoires; certains auteurs les

[1] Ces sept sous-castes sont : 1° l'*Andriana* par excellence, ou le souverain, et sa famille proche, les *Zanakandriana* ou princes du sang; 2° les *Zazamarolahy*, qui appartiennent aussi à la famille royale, mais sont à un degré plus éloigné du souverain que les précédents; 3° les *Zanakandriamasinavalona*, qui descendent d'Andriamasinavalona, roi ayant régné vers 1667; 4° les *Andriantompokoindrindra* (litt. : les vrais maîtres), descendants d'Andriantompokoindrindra, qui, fils aîné de Ralambo, était le roi légitime, mais qui céda la place à son frère puîné Andrianjaka, parce qu'il préférait jouer au *fanorona* (sorte de jeu de morelle) que de s'occuper des affaires publiques; 5° les *Andrianamboninolona* (litt. : qui sont au-dessus des autres hommes); 6° les *Andriandranando*; 7° les *Zanakralambo*, descendants du célèbre roi Ralambo par Andrianjaka, qui régna au commencement du XVIIe siècle. — Les trois premières castes possèdent des *menakely* ou fiefs dont le seigneur partage les revenus (*hajia*, avec le souverain.

[2] Les deux principales familles de la caste des Hova sont les *Tsimahafotsy* et les *Tsimiambolahy* d'où sont sortis les ministres de Ranavalona Ier et des dernières reines. On peut encore citer celle des *Zafimbazaha* qui a, paraît-il, pour ancêtres mâles des naufragés européens. Celle des *Tsiarondahy* est la dernière de toutes. Les formules de salutation ne sont pas les mêmes pour les Hova que pour les Andriana; ces derniers ont aussi le privilège de construire leurs tombeaux d'une manière différente.

[3] En réalité, le nom d'*Andevo* ne doit s'appliquer qu'aux descendants des prisonniers de guerre ou des individus volés dans les razzias; les Andriana ou Hova réduits en esclavage pour dettes ou pour crimes ou par suite de la condamnation à mort du chef de famille, qui entraînait la vente de la femme et des enfants, s'appellent *Zaza-Hova*. Quant aux Africains amenés du continent par les Arabes, on leur donne le nom de *Masombika* (Mozambiques,; cette dernière catégorie a été supprimée en 1877 par la reine qui a libéré tous les esclaves venus d'Afrique.

[1] Le mot d'*Hova* signifie chef dans les tribus d'origine indonésienne et non point roturier, comme on le dit toujours; dans l'Imerina, il est aujourd'hui synonyme d'homme libre.

[2] La corvée, qui est en somme très dure à Madagascar, est toujours obligatoire et gratuite. Tout homme libre (Hova) y est soumis et il ne reçoit aucune rémunération pécuniaire, ni vivres, ni vêtements. L'un d'eux se fait-il remarquer par son habileté dans un métier quelconque, il est de suite contraint à travailler gratuitement, durant toute sa vie, pour le souverain. — Les nobles des rangs inférieurs sont aussi astreints à quelques travaux publics.

dépeignent sous les couleurs les plus noires et les représentent comme ayant tous les vices que les hommes, tant civilisés que barbares, ont pu inventer depuis la création du monde; d'autres, au contraire, leur prodiguent les louanges et leur prêtent une foule de qualités. Je ne surprendrai personne en disant que ni les uns avec leurs éloges outrés, ni les autres avec leurs critiques acerbes n'ont pleinement raison, quoique tous exposent leur opinion en toute sincérité. La raison de ces jugements si différents n'est pas difficile à trouver; en effet, la plupart des Européens qui ont voyagé dans l'Imerina ou qui y ont résidé, ont conservé une rancune très compréhensible contre les chefs et gouverneurs Merina si hypocrites et si intéressés, qui leur ont à tout instant barré la route ou qui les ont empêchés de se livrer tranquillement et fructueusement à leur industrie et à leur commerce; il en est aussi qui, nouveaux venus dans ce pays encore barbare et ne pouvant par conséquent se rendre compte des progrès déjà accomplis, établissent entre les Merina et les peuples civilisés qu'ils viennent de quitter une comparaison naturellement toute au désavantage des premiers. Les autres, au contraire, généralement des missionnaires établis depuis longtemps dans l'Imerina, qui n'ont avec ses habitants que des relations amicales et désintéressées et non commerciales, et qui ont reconnu en eux une intelligence remarquable et un fonds de qualités sérieuses, les ont pris en amitié et se sont attachés aux enfants et jeunes gens qu'ils catéchisent et instruisent et qui semblent leur témoigner une affection et une reconnaissance plus extérieures que réelles, mais en somme assez touchantes, quoique peu solides et peu durables; ces missionnaires ont tout naturellement sur les Merina une opinion très différente de celle des voyageurs et des traitants.

Le caractère des Merina (*vulgo* Hova) est, en réalité, difficile à saisir et, à plus forte raison, à définir. Personne ne peut nier qu'ils ont des défauts ou même des vices, mais ces vices sont, pour la plupart, inhérents à l'état social dans lequel ils vivent depuis des siècles et non à leur nature propre: il faut, en effet, ne pas oublier que des siècles de tyrannie les ont façonnés à l'hypocrisie, au mensonge et à l'avarice; qu'obéissant à des chefs dont le bon plaisir était la seule loi et réduits à une servitude des plus oppressives, ils ont naturellement toujours dû chercher à sauvegarder leur vie par tous les moyens possibles, enfin qu'ils étaient régis jusque tout récemment, un quart du siècle au plus, par les superstitions les plus fâcheuses qui leur laissaient toute liberté pour se livrer à leurs passions brutales. Quant à moi, je ne puis m'étonner que, vingt-cinq ans après la suppression des *Ody* (talismans), du *Sikidy* (sorte de jeu au moyen duquel on disait la bonne aventure), des jugements de Dieu par le *Tangena*, etc., les Merina aient encore les vices dus à leur ancien état social; on ne peut pas demander à un jeune homme qui, en 1869 — date de la conversion de la Reine et de sa cour au christianisme, — était âgé d'une vingtaine d'années par exemple, et qui par conséquent avait déjà vécu de la vie des *razana* (ancêtres), — d'avoir aujourd'hui, à 45 ans, dépouillé le vieil homme et renoncé aux passions dont l'assouvissement a été plus que partout facile et général. Ce n'est point en quelques années qu'on modifie le caractère de tout un peuple; le milieu dans lequel ils ont vécu, l'hérédité morale, qui a son rôle incontestable, la forme tyrannique du gouvernement ne permettent pas d'espérer qu'un changement complet puisse se produire avant que plusieurs générations se soient succédé; mais ceux qui, comme moi, ont vu s'accomplir cette intéressante et très importante révolution religieuse, ne peuvent nier qu'un premier pas, le plus difficile, a été fait dans la voie du progrès et que, si les Merina (*vulgo* Hova) ont encore aujourd'hui les mêmes défauts qu'autrefois, je ne dis pas les mêmes vices, puisqu'ils sont la conséquence de leur état social, ils s'en cachent dans une certaine mesure et, par leur attitude même, rendent hommage aux vertus que les missionnaires sont venus leur prêcher et dont ils reconnaissent par conséquent la valeur. Je suis persuadé que, — malgré la vanité quelque peu enfantine des Merina (*vulgo* Hova) et leur outrecuidance, que les Européens trouvent avec raison fort sotte, mais qui n'est que le résultat de leur ignorance et de leurs superstitions, — ils n'en sont pas moins en ce moment, de tous les Malgaches, les seuls susceptibles de devenir, sous une direction prudente et éclairée, une nation réellement digne de tout notre intérêt.

Les Merina (*vulgo* Hova) ont la physionomie presque toujours placide et plutôt agréable, la voix douce, les gestes efféminés. Ils sont gais et polis; ils sont hospitaliers; dans leur vie quotidienne ils paraissent bons et simples, quoique fort dissimulés et très rusés, mais ils deviennent cruels par superstition ou par intérêt. Victimes, comme tous les barbares, de la force brutale et d'une exploitation éhontée, contraints, ainsi que nous l'avons déjà dit, de dissimuler leurs sentiments personnels, souvent sous peine de perdre la vie, ils n'ont pas et ne peuvent pas avoir les notions de justice, d'honnêteté, d'humanité qui forment la base de notre société; aussi n'ont-ils ni probité, ni moralité, et, quoique pleins d'amour-propre, sont-ils dépourvus de tout sentiment de dignité personnelle; car la fourberie et le mensonge ne

sont point, à leurs yeux, des vices qu'il y ait lieu de flétrir et dont il faille se cacher, mais plutôt des qualités dignes d'admiration, puisqu'elles sont une sauvegarde de leur vie, comme le montrent, du reste, plusieurs contes célèbres [1]. Ils sont avides, et demandent sans honte; ce sont, pour la plupart, des maîtres fourbes qui, une fois en possession du cadeau convoité, exploitent sans scrupule leur bienfaiteur et se font même gloire d'abuser de la confiance qu'on leur témoigne. Ils sont très sensuels.

Mais, après avoir énuméré les défauts des Merina (*vulgo* Hova), il n'est que juste de reconnaître qu'ils ont aussi des qualités; nous avons déjà dit qu'ils étaient d'ordinaire doux et affables dans leurs relations entre eux et hospitaliers; ils aiment les enfants et respectent les vieillards; ils ont des manières galantes avec les femmes, qui, dit-on, savent aimer, et la jalousie n'est pas dans leur caractère. Ils ont un vrai culte pour leurs supérieurs et observent scrupuleusement la discipline. Ils sont bons patriotes et, lorsqu'ils partent en voyage, ils emportent souvent un peu de terre prise dans le sol même de leur maison natale, qu'ils se plaisent à regarder; ils ne craignent pas tant la mort que de ne pas être ensevelis dans le tombeau de famille. Le respect des ancêtres et des traditions nationales est un des traits saillants et intéressants du caractère de tous les Malgaches. Les Merina sont d'habiles commerçants; très intéressés, ils sont, par contre, laborieux, persévérants dans leurs entreprises et économes. Ils sont d'un tempérament plus délicat que les autres peuplades de l'île, mais ils sont plus adroits et plus spirituels. Ils sont sobres (à l'exception de quelques grands personnages), patients et ne se plaignent jamais de leur sort. Ils ne manquent pas d'un certain courage, et maintes fois ils se sont fort bien battus; Carayon raconte que, dans le combat que nous leur avons livré à la Pointe-à-Larrée, ils se sont bravement conduits, lançant avec adresse et sang-froid leurs sagayes à bout portant et laissant sur le champ de bataille 119 morts!

[1] L'exemple leur venait souvent de haut. Le trait suivant, peu connu, donne bien une idée de leur manière de penser et de faire. En 1825, un peintre distingué de l'île Maurice, nommé Copalle, fut mandé à Madagascar pour faire le portrait de Radama Ier moyennant une somme fixée d'un commun accord à 1500 piastres; en arrivant à Foulpointe, il trouva une lettre de ce souverain qui ne lui offrait plus que la moitié du prix convenu. Indigné de ce manque de parole, il se préparait à retourner à l'île Maurice, lorsque le gouverneur de Foulpointe, Rafaralahy, le voyant décidé à quitter Madagascar, lui remit une seconde lettre datée du même jour que la précédente, où toutes ses conditions étaient acceptées. Radama Ier avait pensé que probablement Copalle, ayant fait le voyage, aimerait mieux encore toucher 750 piastres que ne rien avoir du tout!

III

Les chefs Merina ont toujours fait preuve d'esprit de suite dans leur politique, et dès longtemps ils ont établi dans leur pays un ordre social très supérieur à celui des autres peuplades malgaches. C'est surtout dans l'organisation intérieure de l'Imerina que se révèle l'inégalité des races malaise et indonésienne pure. En 1595, les Sakalava de la baie de Saint-Augustin ont reçu la visite d'une flotte hollandaise, sous le commandement de l'amiral Cornélis de Houtman, et, depuis cette époque, il n'y a eu guère d'années où de nombreux navires, surtout anglais, ne soient venus mouiller sur cette rade et n'y soient souvent restés plusieurs semaines. Tous les vaisseaux qui allaient dans l'Inde ou qui en venaient, y relâchaient, en effet, pour s'y ravitailler et surtout pour y prendre de l'eau: car, jusqu'à ce siècle, dans toutes les longues traversées, il fallait faire escale pour renouveler les provisions de toutes sortes. Or, ces Sakalava, qui, depuis trois siècles, sont en rapports constants avec des Européens, n'ont jamais témoigné le moindre désir de se civiliser; ils sont aujourd'hui tout aussi sauvages qu'ils l'étaient lors de la découverte de l'île, et les fusils, qu'ils ont possédés dès le milieu du XVIIe siècle, ne leur ont jamais servi qu'à piller et à razzier leurs voisins ou à tuer leurs ennemis personnels. Les missionnaires catholiques qui ont essayé soit à Baly, soit à Tullear, de les civiliser, ont dû renoncer à leur œuvre charitable; les Norvégiens, qui, depuis un quart de siècle, ont établi en divers points de la côte occidentale des missions et des écoles, n'ont pas encore vu leurs efforts produire le moindre résultat appréciable. Ce que je viens de dire des Sakalava, qui sont avant tout des pasteurs, s'applique aussi, quoiqu'à un moindre degré cependant, aux peuplades de la côte orientale avec lesquelles nous sommes en rapport depuis deux siècles et demi, et qui sont des agriculteurs. Au contraire, les Merina (*vulgo* Hova), qui n'avaient eu jusqu'à la fin du siècle dernier, aucun contact avec les Européens, avaient déjà, à cette époque, une organisation sociale remarquable. Mayeur, le premier blanc qui ait pénétré dans l'Imerina, en 1774, et qui avait fait auparavant, par ordre du célèbre aventurier Benyowsky, plusieurs voyages dans le nord et dans l'est de Madagascar, raconte avec admiration qu'il a trouvé établies dans cette province centrale de l'île des industries intéressantes, dont les produits s'échangeaient sur des marchés tenus chaque semaine, à des jours fixes, dans les divers districts. Ce n'est pas, en effet, un spectacle banal dans un pays sauvage que de voir arriver de grand matin, les jours de marché, des files interminables de piétons, la

plupart au pas gymnastique, tous chargés de marchandises diverses, tous pressés, les enfants eux-mêmes portant une charge proportionnée à leur force. Voici, du reste, ce que dit Mayeur, l'homme qui a le mieux connu Madagascar, dans le manuscrit où il relate son second voyage fait en 1777 :

« Les Européens qui n'ont fréquenté que les côtes, auront de la peine à croire qu'il existe dans l'intérieur de Madagascar, à trente lieues de la mer, dans un pays jusqu'à présent ignoré, qu'environnent de toutes parts des peuplades brutes et sauvages, plus de lumières, plus d'industrie, une police plus active, des arts plus avancés que sur les côtes, dont les habitants sont cependant en relations constantes avec les étrangers. C'est cependant la vérité! — Aucun peuple, ajoute-t-il plus loin, ne joint à plus d'intelligence naturelle une plus grande aptitude au travail; les hova, en effet, n'épargent pas leurs peines dans leurs entreprises agricoles ou commerciales, et ils y montrent une constance inébranlable et une activité incroyable, déployant un travail continu dans une besogne ingrate et pénible, telle que la culture de leurs terres stériles. »

Dès que les Merina (*vulgo* Hova) ont été en rapport avec les Européens, ils ont cherché de suite à les égaler, à s'assimiler leur civilisation; il est vrai qu'ils ont commencé par nous copier dans nos actes extérieurs, comme aujourd'hui dans la religion, à quelques exceptions, ils s'attachent plus aux pratiques qu'à la morale elle-même; mais ce désir de nous imiter suffit seul pour montrer quelle différence il y a entre eux et les autres tribus, qui n'ont jamais convoité que nos marchandises. Certes, les voyageurs ont souvent ri de ces Merina (Hova) qui, en portant notre costume, en imitant notre tournure et nos gestes, croyaient s'être élevés au niveau de notre civilisation; il n'en est pas moins vrai qu'il y avait là une tendance intéressante. Ces hommes si fins et si intelligents, mais ignorants, qui se rendaient parfaitement compte de la supériorité des *vazaha* ou étrangers, et qui étaient désireux d'atteindre leur niveau, se sont demandé quelle pouvait être la cause de la différence si grande existant entre eux et nous, et, notre costume étant ce qui les frappait le plus, ils l'ont aussitôt adopté, pensant ainsi devenir nos égaux; l'illusion ne dura pas longtemps, et ils se mirent de nouveau à chercher la solution du problème qui les intéressait; ayant reconnu, après de longues délibérations, que *les bœufs seuls n'avaient pas de religion*, ils se sont décidés à se convertir en masse au christianisme auquel, avec toute raison, ils ont attribué le développement si étonnant de la civilisation européenne. Au point de vue religieux, ils en sont encore, comme je l'ai dit, aux pratiques extérieures, et la morale des prédications faites journellement par les missionnaires n'a point eu sur leurs mœurs tout l'effet que l'on pourrait désirer; le germe n'en est pas moins déposé dans un terrain que je crois bon et où il se développera, donnant, plus tôt peut-être qu'on ne le pense, une ample moisson.

Un changement dans l'état social des Merina (*vulgo* Hova), tel que celui qui sera la conséquence naturelle et heureuse de notre protectorat, amènera forcément une profonde et prompte transformation dans leur état moral et dans leur caractère, au plus grand bénéfice d'eux-mêmes et de notre pays.

Alfred Grandidier.
de l'Académie des Sciences.

ASYMÉTRIE ET FERMENTATION

A PROPOS DES RÉCENTS TRAVAUX DE M. EM. FISCHER

Tout le monde connaît aujourd'hui l'étonnante fécondité du principe de l'asymétrie, introduit dans la science par M. Pasteur, il y a cinquante ans. Né de l'étude cristallographique des différents acides tartriques, il conduisait, entre les mains du Maître, d'abord à la notion de l'hémiédrie non superposable, qui permet de conclure de la seule forme cristalline d'un corps à ses propriétés optiques, puis, par une extension des plus hardies, à cette admirable suite de recherches sur la vie cellulaire qui constitue maintenant une branche toute spéciale de la science et dont la portée est telle que l'imagination se refuse à en voir les limites.

Plus tard, entre les mains de MM. Le Bel et van 't Hoff, le même principe, passant de la molécule cristalline à la molécule chimique, devenait la base de la stéréochimie moderne; l'action élective de la cellule vivante sur les corps asymétriques permettait de dédoubler les racémiques de synthèse et, en conséquence, de vérifier les prévisions de la théorie; voici enfin que M. Em. Fischer, dont les travaux sur la structure et la reproduction artificielle des sucres sont déjà connus de nos lecteurs [1],

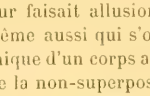
[1] Voyez à ce sujet : Maquenne, *la Synthèse des Sucres*, dans la *Revue* du 30 mars 1890, et diverses chroniques dans les numéros du 15 avril et du 30 septembre 1890

vient de signaler une nouvelle relation entre l'asymétrie des ferments et celle des corps qui sont sensibles à leur influence.

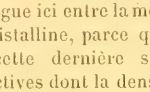
I

L'asymétrie dont nous parlons ici est celle-là même à laquelle M. Pasteur faisait allusion dans ses premiers travaux, la même aussi qui s'observe dans la formule stéréochimique d'un corps actif, en un mot celle qui résulte de la non-superposabilité d'une molécule, cristalline ou chimique, à son image spéculaire. Je distingue ici entre la molécule chimique et la molécule cristalline, parce qu'il me semble impossible que cette dernière subsiste encore dans les vapeurs actives dont la densité est normale et dont, par conséquent, les molécules élémentaires sont libres, au même titre que chez les gaz parfaits.

Dans la théorie de MM. Le Bel et van 't Hoff, il y a asymétrie et pouvoir rotatoire toutes les fois que la molécule renferme un atome de carbone lié par ses quatre valences à autant d'éléments ou de radicaux monovalents distincts : c'est le cas de l'acide lactique :



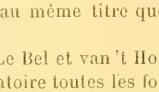
et du propylglycol :



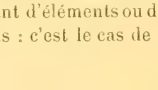
qui sont les plus simples de tous les corps actifs connus.

Lorsqu'un tel corps exerce le pouvoir rotatoire dans un sens, son symétrique l'exerce dans l'autre, avec la même intensité ; par combinaison moléculaire, stable seulement à l'état solide, deux corps optiquement inverses peuvent toujours donner un *racémique*, inactif par compensation et dédoublable en ses deux composants actifs ; enfin, si la molécule admet un plan de symétrie, il est toujours possible d'y concevoir un arrangement atomique tel que son image lui soit superposable : d'où l'existence d'une quatrième forme stéréochimique qui reste inactive dans toutes les circonstances et ne se laisse jamais dédoubler, quel que soit d'ailleurs le nombre de groupes asymétriques présents dans la molécule.

L'acide paratartrique



et la dulcite



en sont des exemples bien connus.

Il existe donc chez les corps asymétriques : 1° un nombre pair $2n$ d'isomères actifs, formant n groupes de deux termes optiquement inverses, l'un droit et l'autre gauche ; 2° n racémiques, correspondant à chacun de ces groupes, et, enfin 3° un certain nombre d'isomères inactifs par constitution. Ceux-ci, de même que les racémiques, se distinguent aisément les uns des autres et de leurs isomères actifs : leurs solubilités, leurs formes cristallines, leurs températures de fusion, leurs densités, etc., sont nettement différentes ; mais les inverses optiques se ressemblent à tel point, par leurs propriétés physiques et chimiques, qu'il est parfois difficile de les caractériser autrement que par le polarimètre ou le sens de leur hémiédrie.

C'est qu'en effet ils possèdent, l'un par rapport à l'autre, la plus grande analogie de structure qu'il soit possible de concevoir entre deux corps qui ne sont pas identiques. Cette analogie persiste, aussi profonde, quand on combine deux corps optiquement inverses avec une même substance inactive ; elle disparaît, au contraire, ainsi que M. Pasteur l'a fait voir dès 1848, quand on les unit à un produit actif quelconque : c'est ainsi que les tartrates droits et gauches de cinchonine, de quinine, de strychnine et de brucine, montrent des différences notables dans toutes leurs propriétés, que le tartrate droit d'asparagine cristallise aisément, alors que son isomère gauche reste toujours sirupeux, que l'acide tartrique droit se combine seul au malate d'ammonium, etc.

Ces faits résultent évidemment de ce que la plus grande dissymétrie des molécules ainsi constituées rend alors leur configuration géométrique plus dissemblable ; il n'en est pas moins curieux de voir qu'il y a là, entre un corps actif déterminé et les deux inverses d'un autre corps également actif, une sorte de choix, une véritable élection, qui est souvent assez nette pour permettre d'effectuer le dédoublement d'un racémique en ses deux composants.

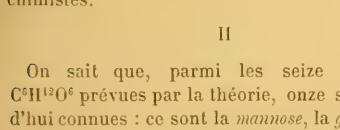
Une distinction du même ordre a été faite autrefois par M. Pasteur au sujet de l'attaque des corps asymétriques par les micro-organismes : le *Penicillium glaucum*, par exemple, détruit rapidement l'acide tartrique ordinaire droit, alors qu'il respecte l'acide tartrique gauche ; il résulte de là que l'acide racémique, combinaison équimoléculaire des deux acides tartriques actifs, prend sous son influence un pouvoir rotatoire lévogyre. Le fait est, d'ailleurs, d'une grande généralité, et nombre de com-

posés racémiques de synthèse ont pu être ainsi dédoublés et caractérisés par les moisissures, sous les seules conditions de pouvoir être attaqués par elles et de ne pas entraver leur développement.

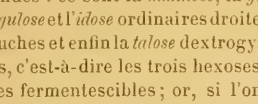
Les levures se comportent de même vis-à-vis des sucres, et il y a déjà plusieurs années que M. Em. Fischer a vu l'*acrose* ou lévulose racémique prendre, pendant la fermentation, un pouvoir rotatoire vers la droite ; par une étude plus approfondie de l'action des ferments sur les sucres, le même auteur vient d'arriver à de nouvelles conclusions plus précises encore et de nature, il nous semble, à rapprocher l'asymétrie vitale, telle que la conçoit M. Pasteur, de l'asymétrie géométrique des chimistes.

II

On sait que, parmi les seize aldohexoses $C^6H^{12}O^6$ prévues par la théorie, onze sont aujourd'hui connues : ce sont la *mannose*, la *glucose*, la *galactose*, la *gulose* et l'*idose* ordinaires droites, leurs isomères gauches et enfin la *talose* dextrogyre. Les trois premières, c'est-à-dire les trois hexoses naturelles, sont seules fermentescibles ; or, si l'on se reporte à leurs formules de constitution, il est facile de voir que ce sont précisément celles qui offrent la plus grande analogie de structure moléculaire : on en jugera, d'ailleurs, par les schémas suivants, qui expriment, dans la notation stéréochimique actuelle, la configuration des trois hexoses fermentescibles :



d. glucose *d*. mannose



d. galactose

MM. Fischer et Thierfelder concluent de là qu'il doit exister, pour que la fermentation se déclare, un rapport nécessaire entre la dissymétrie du sucre fermentescible et celle des principes actifs du ferment ; remarquant, en outre, que ces principes actifs, de nature albuminoïde, dérivent sans aucun doute d'hydrates de carbone naturels et vraisemblablement de la glucose droite, ils n'hésitent pas à dire que *la levure, à l'aide de ses éléments dissymétriques, attaque seulement les espèces de sucres dont la structure géométrique n'est pas trop éloignée de celle de la glucose ordinaire* [1].

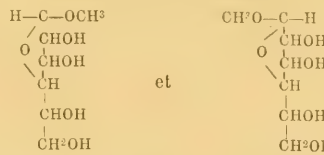
[1] Em. Fischer et Thierfelder, *Ber. der. deuts. chem. Gesels.*, t. XXVII, p. 2036.

L'importance d'un pareil résultat n'échappera à personne ; cependant, on peut se demander, comme à la suite des travaux de M. Pasteur sur le dédoublement des racémiques par les micro-organismes, s'il est logique d'étendre à un phénomène d'ordre vital, et par conséquent trop complexe pour être analysé jusque dans ses détails, les considérations d'ordre expérimental ou spéculatif, qui ressortent des études stéréochimiques.

L'action des ferments, en général, n'a du reste rien d'absolu : l'espèce de levure employée exerce une influence notable sur les résultats : toujours la galactose fermente moins activement que ses isomères ; elle n'est même pas attaquée par le *Saccharomyces apiculatus*, non plus que le sucre ordinaire ni la maltose ; on ne saurait donc accepter la manière de voir de MM. Fischer et Thierfelder qu'avec beaucoup de réserve, si elle n'était fondée que sur l'étude de la fermentation alcoolique. Tout au moins faudrait-il montrer, pour que cette opinion acquît une valeur vraiment scientifique, que les produits actifs indéterminés que sécrètent la cellule vivante, jouissent encore, en dehors de celle-ci, des mêmes propriétés et sont, comme les substances simples de la série tartrique ou l'organisme de la levure entière, capables aussi de faire un choix entre les différents isomères actifs qu'on leur offre.

C'est ce que M. Em. Fischer vient d'établir dans un mémoire tout récent, relatif à l'action des diastases (invertine et émulsine) sur les glucosides [1].

On sait que les sucres réducteurs $C^6H^{12}O^6$ s'unissent aux alcools de la série grasse, en présence d'acide chlorhydrique, pour former des espèces de glucosides que l'hydrolyse dédouble en leurs composants, comme les glucosides naturels. Avec l'alcool méthylique, en particulier, la glucose droite donne deux composés stéréo-isomères :



qui possèdent à la fois les fonctions d'alcool, d'anhydride et d'éther.

Le premier a été découvert par M. Fischer lui-même, l'autre par M. Ekenstein ; tous deux sont cristallisés et, ainsi qu'on peut le voir au seul examen des formules précédentes, ne diffèrent chimiquement que par l'orientation des groupes saturant le dernier atome de carbone, celui qui, dans la molécule primitive de la glucose, portait

[1] *Ber. der. deuts. chem. Gesels.*, t. XXVII, p. 2985.

la fonction d'aldéhyde. Appelons-les, avec M. Fischer, α et β.

L'expérience prouve que l'invertine de la levure, additionnée de chloroforme pour éviter l'intervention des ferments organisés, dédouble le composé α à la façon des acides, c'est-à-dire par hydrolyse simple, en glucose et alcool méthylique. Le composé β, dans les mêmes conditions, n'est pas attaqué, un mélange des deux ne l'est que partiellement, — de même que les benzyl et glycérylglucosides bruts, qui renferment à la fois les deux isomères correspondant aux méthylglucosides α et β.

Les glucosides de la série gauche, c'est-à-dire ceux qui dérivent de la glucose lévogyre, résistent tous, ainsi que ceux que l'on obtient en partant de la galactose, de la rhamnose et de l'arabinose.

L'émulsine présente des singularités du même ordre et on la voit encore rester sans action sur les alcoylglucosides gauches ; mais, à l'inverse de l'invertine, elle n'attaque, parmi leurs isomères droits, que les composés de la série β.

III

Il y a donc, de la part de ces albuminoïdes singuliers, — si sensibles et si altérables qu'on pourrait dire qu'ils sont presque vivants encore, — une action élective semblable à celle que nous avions reconnue plus haut entre corps actifs cristallisables ou entre ferments et corps fermentescibles. M. Fischer en tire quelques indications sur la structure moléculaire probable des glucosides naturels : remarquant, par exemple, que la plupart des glucosides aromatiques, salicine, coniférine, arbutine ou autres, sont attaqués par l'émulsine seule, il les range dans la série β, c'est-à-dire les considère comme présentant la même constitution stéréochimique que le β méthylglucoside.

La lactose, qui est aussi dédoublée par l'émulsine, mais résiste à l'invertine, ferait partie du même groupe, tandis que la saccharose et la maltose, sur lesquelles l'émulsine n'agit pas, seraient à classer dans la série α; enfin l'amygdaline, qui est complètement hydrolysée par l'émulsine, mais ne perd avec l'invertine que la moitié de son sucre, sans dégagement d'aldéhyde benzoïque ni de formonitrile, aurait une structure intime plus complexe que celle de ses congénères.

Mais ce ne sont là que des conséquences hypothétiques et discutables, sur lesquelles nous n'insisterons pas davantage, d'autant plus qu'elles s'écartent de notre sujet. Le point capital de toute cette étude est, à notre sens, le choix que font entre elles les substances actives de toute provenance, spécialement celles qui ont pour origine le protoplasma vivant. Ce choix n'est sans doute qu'un cas particulier des phénomènes d'isomérie dont on connaît un si grand nombre d'exemples, et il ne serait pas impossible de rapprocher tous ces faits des expériences de M. Menschutkine sur l'éthérification des alcools primaires, secondaires et tertiaires; cependant, l'isomérie stéréochimique étant celle qui s'observe le plus fréquemment chez les principes organiques naturels, il nous semble que c'est elle qui doit attirer davantage notre attention, toutes les fois qu'on a en vue quelque phénomène touchant de près ou de loin à la vie.

Les dernières recherches de M. Fischer, suite naturelle de ses admirables travaux sur les sucres, nous donnent l'explication rationnelle d'un certain nombre de faits restés jusqu'à présent dans le domaine de la Biologie; c'est pour cette raison que nous avons cru utile d'en rendre compte ici.

Remarquons, en terminant, que cette explication, — entièrement fondée sur la notion d'asymétrie, — confirme de la manière la plus heureuse les idées que M. Pasteur résumait autrefois en ces quelques mots caractéristiques : « *La vie est dominée « par des actions dissymétriques, dont nous pressentons « l'existence enveloppante.* »

L. Maquenne,
Docteur ès-sciences, Assistant au Muséum.

LE ROLE DE LA SCIENCE

DANS L'ÉVOLUTION DE L'AGRICULTURE

D'une époque à une autre, d'un lieu à un autre, l'industrie agricole se présente sous les formes les plus diverses. Ce ne sont ni les mêmes produits, ni les mêmes méthodes de production. A quoi tiennent ces différences? Au climat et au terrain certainement, mais aussi aux débouchés, qui décident, en définitive, du choix des opérations et de la manière de les conduire. La demande provoque l'offre et lui sert de régulateur; sans acheteurs, la production s'arrête; elle s'accroît à mesure que le marché s'étend.

I

Quand, dans la deuxième moitié du siècle dernier, Turgot cherchait à déterminer les causes de la supériorité de la culture des environs de Paris

sur celle du Centre, il n'en trouvait d'autre que le voisinage de la Capitale. Suivant lui, les plaines depuis Poitiers jusqu'à Angoulême, une partie du Berri, de la Tourraine, du Périgord, du Quercy, étaient, certainement, au moins égales en bonté aux terres des environs de Paris, et cependant elles n'étaient pas exploitées de la même manière.

« La raison s'en présente d'elle-même, disait-il, c'est que les denrées n'y ont pas la même valeur. En effet, malgré les entraves que notre ancienne police mettait au commerce des grains, l'immense consommation de la Capitale et la concentration des dépenses dans cette partie du Royaume y a toujours soutenu un prix un peu au-dessus du marché général pour les consommateurs, et qui, pour les vendeurs, n'a pas été au-dessous, pour que la culture par fermiers n'ait pu se soutenir. Dans les provinces méditerranées, au contraire, le prix moyen pour les vendeurs a été constamment très inférieur au prix du marché général, c'est-à-dire au prix commun de la Capitale et des ports. Dès lors la grande culture ou culture par fermiers n'a pu s'y établir [1]. »

La grande culture, appuyée sur le régime du fermage, caractérisait à ses yeux la culture riche; le métayage, avec la petite culture, était le mode d'exploitation des pays pauvres. C'était, du reste, l'opinion dominante de son temps, celle que développait, vers la même époque, Quesnay, le chef de l'Ecole des physiocrates, dans les articles *Grains* et *Fermiers* de l'Encyclopédie. Les pays de grande culture passaient alors pour avoir le privilège de l'assolement triennal, qui ne comporte qu'une sole de jachères sur trois; on y employait les chevaux à la charrue, et l'entretien des moutons y était d'un usage général. Dans les pays de petite culture dominait, au contraire, l'assolement biennal, dans lequel les céréales alternaient d'année en année avec la jachère; c'était le bœuf qui était occupé aux travaux de l'exploitation, et on n'y rencontrait pas de troupeaux. Et, entre tous ces éléments caractéristiques des deux types de culture les plus répandus, passaient pour exister des relations étroites de cause à effet. C'était s'avancer bien loin par voie de déduction, et le temps a infirmé plusieurs de ces opinions d'autrefois; mais la base sur laquelle elles reposaient ne manquait pas cependant de solidité. Les difficultés d'écoulement des marchandises agricoles maintenaient alors l'agriculture du Centre dans un état naturel d'infériorité par rapport à celle de l'Ile de France, à conditions égales de sol et de terrain.

Sans doute, c'est le débouché qui agit sur le choix des modes d'exploitation, et si l'on suppose que les autres éléments du problème qu'il s'est posé sont égaux, c'est évidemment la considération du débouché qui prime tous les autres. Son action est incontestable, mais il est à remarquer que le débouché s'est généralisé et qu'il n'agit pas de même dans tous les milieux.

Le débouché s'est généralisé : c'est le fait de l'accroissement de la population et du perfectionnement des voies de communication ainsi que des moyens de transports.

Le voisinage d'un marché n'a plus les mêmes avantages qu'autrefois, ce n'est plus un obstacle insurmontable que celui des déplacements de marchandises; souvent on a répété que les distances ne comptent plus, c'est une exagération. Elles comptent encore, et beaucoup pour quelques produits; mais elles comptent de moins en moins pour le plus grand nombre. S'il y a profit à être rapproché d'une ville, il n'y a plus d'inconvénient *aussi grand* à en être éloigné. La vente du lait en nature, la culture maraîchère, l'échange des pailles et des fumiers, etc., supposent des centres de population peu éloignés, bien que le rayon qui comporte ces opérations ait pris une grande extension. Nos principales productions agricoles, celles des céréales, des plantes industrielles, de la vigne et du bétail sont maintenant possibles partout chez nous. L'économie qui peut résulter des nombreuses dépenses de transport n'est plus rien, pour ainsi dire, à côté de celle qui provient des facilités de la production. On ne dédaigne pas les bénéfices d'un emplacement favorable, on s'en passe sans trop de peine. Les campagnes les plus reculées ont accès au marché général; il y a plus, tous les pays du globe s'y rencontrent en dépit des espaces qui les séparent.

En s'étendant, le débouché rend à chaque milieu ses avantages naturels. Aussi, pour s'expliquer les différences des systèmes de culture, convient-il de plus en plus de faire abstraction des situations pour s'arrêter de préférence aux conditions de climat et de sol. L'influence du débouché n'a rien perdu de son importance, c'est toujours elle qui domine la situation, mais elle tend à s'exercer indistinctement partout. De fonction variable, elle se transforme ainsi en fonction fixe, plus ou moins susceptible d'élimination.

Sollicitée par les demandes, favorisée par l'accumulation continue des capitaux, la culture se transforme sans cesse, en modifiant ses procédés. Ses changements ne tendent pas à des résultats toujours identiques en apparence : ils se manifestent par des méthodes diverses appliquées à l'accroissement de productions souvent étrangères les unes aux autres. Dans leur évolution cependant, ils procèdent de principes généraux qui sont toujours les mêmes, et reposent sur le développement continu des facultés productrices du terrain.

C'est de cette conception du progrès continu de la fécondité du sol que dérive la théorie classique

[1] Turgot. Lettres sur le commerce des grains.

de la succession des périodes culturales de Royer. Dans l'esprit de son auteur, elle était destinée à servir d'éléments à un mode d'estimation quasi-mathématique de la valeur des propriétés foncières ; ce n'était qu'un travail accessoire, c'est cependant tout ce qui est resté du travail d'ensemble dont elle faisait partie; on a oublié le reste. Pour Royer, les terres les moins fertiles appartiennent à la période forestière, et ne peuvent être utilisées avec profit que par le boisement. Sous l'influence de l'enrichissement graduel du sol occupé par des essences de résineux ou de feuillus, à la période forestière succède, après un certain temps, la période pacagère, qui conduit elle-même à la période fourragère. La rentrée des fourrages fauchables, avec la stabulation et la production du fumier qui en sont les conséquences, prépare de nouveaux progrès. On passe ainsi à la période céréale et, grâce aux litières qui sont obtenues en abondance, les ressources fertilisantes augmentent rapidement, si rapidement qu'on finit par en être embarrassé. Le blé serait exposé à la verse, si on n'introduisait dans les rotations des plantes industrielles, comme les oléagineuses et les textiles, qui sont des plantes essentiellement épuisantes. Leur intervention caractérise la période commerciale, celle qui est la plus riche de toutes, — la période jardinière, plus productive encore, ayant une place à part.

Sous une apparence plus scientifique, le comte de Gasparin s'est inspiré de doctrines analogues dans sa classification des systèmes de culture. Ce sont pour lui les systèmes de culture qu'il appelle *physiques*, ceux qui consistent dans l'utilisation des produits spontanés du sol, sans qu'aucun effort ne soit fait pour en accroître la masse, qui marquent les débuts de la culture. A ce type appartiennent le système des forêts et celui des pâturages. Au-dessus de ces modes d'exploitation du sol, avec lesquels la nature agit seule, se placent les systèmes *andro-physiques* qui se distinguent par l'appui que prêtent les forces mécaniques aux agents naturels de la production. La charrue y joue un rôle de plus en plus important. Dans cette classe rentrent toutes les combinaisons culturales à base de jachère, depuis la culture intermittente ou celtique, marquée par des cultures séparées par de longs intervalles d'abandon du terrain à lui-même jusqu'à la culture normale classique, qui comporte un an de repos sur trois pour les champs cultivés. L'emploi des engrais inaugure enfin une ère nouvelle, celle des systèmes *androctiques*, les plus avancés de tous. Ce sont tantôt les engrais obtenus en dépouillant des surfaces abandonnées comme des landes, des bois, des roselières, tantôt des engrais obtenus sur les terrains mêmes soumis à la culture, et, dans ce dernier cas, on se trouverait en présence des formules les plus élevées de la culture de son temps.

On en était là en 1850. Le problème cultural consistait à accroître la fertilité du sol par l'augmentation des fumiers produits sur place. On ne cherchait pas ailleurs et on ne le pouvait pas, parce qu'il n'y avait pas alors à compter sur les matières fertilisantes de l'industrie. Aussi, se débattait-on contre une situation souvent insoluble, et le progrès agricole semblait-il assez étroitement limité. Ses horizons se sont depuis considérablement élargis.

Au fond, l'évolution de l'industrie agricole est guidée par une tendance constante à l'augmentation des produits du sol, augmentation de ces produits en nature, augmentation en valeur aussi. C'est à la masse de marchandises que l'agriculture met à la disposition de la société que se mesure sa puissance ; c'est à son accroissement que tient le développement du bien-être au milieu des populations rurales. Aussi est-ce dans le chiffre du produit brut qu'on a cherché à trouver l'élément caractéristique des situations agricotes. C'est P.C. Dubost, le regretté professeur d'économie rurale de Grignon, qui, dans ces derniers temps, a rappelé l'attention sur cette donnée essentielle, déjà signalée par Léonce de Lavergne. Selon lui, il n'y aurait d'autre base rationnelle à une classification des systèmes de culture ; elle fournit à coup sûr un moyen de comparaison d'une valeur incontestable.

L'évaluation des produits bruts d'une exploitation rurale n'est pas un problème aussi facile à résoudre qu'on pourrait être tenté de le croire. M. E. Levasseur en a signalé les difficultés, en 1891, dans une longue discussion à la Société nationale d'Agriculture ; nous en avons nous-même, quelque temps après, montré les complications à peine soupçonnées, dans un mémoire publié dans les *Annales agronomiques* de M. P. P. Dehérain. L'évaluation de la production totale de l'agriculture française considérée dans son ensemble est bien plus ardue encore. Quand on en a étudié et discuté les bases, on ne peut s'étonner des différences que montrent les tentatives d'estimation faites isolément, alors même qu'elles reposent sur des données à peu près identiques. A la veille de la Révolution française, Dupont de Nemours portait à 4 milliards de francs la valeur totale des produits de notre agriculture; selon Lavoisier, qui n'était pas seulement un chimiste éminent, mais qui était aussi un économiste distingué, elle n'était que de 2 milliards 700 millions. D'après la statistique décennale de 1852, elle atteignait 8 milliards 700 millions, et cependant, en 1860, Léonce de Laver-

gne ne la fixait encore qu'à 5 milliards. Elle aurait passé, d'après les statistiques décennales, à 11 milliards 600 millions en 1862 et à 13 milliards 400 millions en 1882. C'est là le dernier chiffre officiel, mais un chiffre qui, pas plus que les précédents, ne saurait être accepté sans observation. Les calculs de l'administration peuvent comporter des oublis, ils comportent manifestement des doubles emplois, dont l'élimination ramène les chiffres officiels à un peu plus de 10 milliards seulement. Enfin, suivant M. Le Trésor de la Rocque, qui s'est attaché à arriver à un chiffre aussi précis que possible, notre production agricole totale ne serait pas moindre de 19 milliards. D'un auteur à l'autre, les résultats obtenus varient du simple au double.

Quelles que soient les divergences de chiffres qu'on puisse relever entre diverses évaluations, l'accroissement de la production agricole de la France dans le cours de ce siècle est évidente. Elle ressort d'une manière précise des estimations même les plus discordantes. Si son importance semble s'arrêter et décroître depuis quelques années, ce n'est pas dans la diminution des produits en nature qu'il faut en chercher la cause, mais bien dans la diminution des prix.

II

C'est jusqu'à présent sous la sollicitation de débouchés toujours plus étendus que s'est accrue la force productive de l'agriculture; l'art de l'exploitation du sol a profité de toutes les améliorations qui ont été apportées dans l'organisation du mécanisme social; il a profité des progrès généraux qui ont favorisé l'essor de toutes les industries; il a profité enfin de l'application de méthodes culturales nouvelles qui, celles-là, sont exclusivement dues aux recherches directes des cultivateurs et aux découvertes de la science, dont la pratique réalise chaque jour un bénéfice plus considérable.

L'agriculture a suivi le mouvement général qui a amené des transformations continues dans tous les milieux; mais elle ne s'est pas contentée de se laisser entraîner par les événements, de céder à l'impulsion qui lui venait du dehors; elle a marché d'elle-même et substitué peu à peu à ses procédés anciens de nouveaux procédés plus perfectionnés. Jamais, du reste, elle ne s'est désintéressée du progrès, et, si on veut se donner la peine de regarder les choses de près, on s'assure bien vite que la réputation d'industrie routinière, qui lui est conservée, n'est nullement justifiée. Il y a des cultivateurs arriérés, ce n'est pas douteux, comme il y a eu et comme il y a des industriels indolents; mais de tout temps l'agriculture a compté des hommes d'avant-garde qui ont tracé la voie à leurs successeurs. Et si, à certaines époques, l'esprit d'initiative a pu paraître sommeiller chez ses représentants, il est à coup sûr maintenant aussi éveillé que partout ailleurs.

L'agriculture est une dépendance étroite du climat d'abord et du sol ensuite; son action s'exerce par la culture des végétaux et le soin des animaux. Ses efforts en vue de l'augmentation de la production ont porté à la fois sur le climat, sur le sol, sur les plantes et sur les animaux.

Contre le climat l'homme n'a guère d'empire. Ce serait trop avancer que de dire qu'il n'en a aucun. Sans aller jusqu'aux cultures en serre ou même sous abri, qui affranchissent les horticulteurs des accidents météorologiques en leur permettant de régler, comme à leur gré, la température et l'état hygrométrique de l'air, les cultivateurs ne sont pas absolument réduits à l'impuissance. On sait, par exemple, comment, dans la vallée du Rhône notamment, ils savent se défendre contre la violence des vents par des haies de cyprès; on sait comment ils réussissent depuis quelques années à garantir leurs cultures contre les effets du rayonnement nocturne, au printemps, en usant des nuages artificiels. Ce ne sont là, sans doute, que des procédés d'une application restreinte, mais ce ne sont pas des procédés à dédaigner. Les études de météorologie agricole n'auraient-elles d'autre résultat que de mettre en évidence les conditions atmosphériques que comporte la réussite de certains végétaux, qu'elles pourraient éviter bien des fausses opérations. On a essayé de les déterminer; il reste beaucoup à faire utilement dans ce sens. Ce serait rabaisser la science météorologique que de la ramener à une simple question de prévision du temps; elle a bien des phénomènes à nous expliquer, et chacune de ses explications contribuera à rendre l'homme plus indépendant du climat. S'il ne peut le modifier que dans une faible mesure, il peut du moins l'utiliser plus complètement à son avantage.

Le cultivateur doit, malgré tout, se plier au climat et se conformer, en règle générale au moins, à ses particularités; son indépendance du sol est beaucoup plus grande. Il peut, à la rigueur, le constituer lui-même, et c'est ce que font dans bien des cas les jardiniers; mais c'est là un mode de culture comparable à la culture sous verre, qui n'a pas d'application sur de grandes surfaces. L'agriculteur ne va pas aussi loin, il sait cependant de mieux en mieux adapter le terrain à ses besoins. Le bon aménagement des eaux, l'ameublissement et l'approfondissement de la couche arable, l'usage des amendements et des engrais permettent d'opérer des transformations considérables, qui se traduisent généralement par des excédents notables de récoltes, quand ce n'est pas par la

mise en valeur de terres naturellement stériles.

De tous ces moyens d'action, le premier est le plus anciennement connu, celui qui produit ordinairement les résultats les plus remarquables. L'origine des irrigations se perd dans la nuit des temps, et leur pratique, qui a été partout en honneur aux premiers âges des civilisations, n'a jamais cessé d'être suivie. L'eau est un des éléments essentiels indispensables de la végétation. Dans les régions brûlées par le soleil, elle produit des merveilles ; sous des climats plus modérés, elle amène souvent des résultats considérables. Quand on parle d'irrigation, l'attention se porte immédiatement vers les contrées de l'Algérie, de l'Italie, de l'Espagne et celles de nos départements méridionaux, dont les arrosages ont fait la richesse. Pour ne pas avoir, en général, des conséquences aussi importantes, d'autres travaux d'utilisation des eaux ont permis des cultures très rémunératrices, qui n'ont été possibles qu'après leur exécution. Sans les eaux qui les fécondent, l'emplacement qu'occupent les riches prairies de la Campine belge serait aussi stérile que les dunes qui l'environent. On ne trouve guère en France de bons prés naturels sans arrosage, même sous le ciel brumeux de la Bretagne ; la culture maraîchère ne peut s'en passer nulle part.

L'eau, qui est un stimulant puissant de la végétation, est aussi un auxiliaire de l'homme dans ses travaux d'amélioration ; c'est un agent souvent très économique de transport des particules terreuses. On y a eu recours avec profit en plusieurs circonstances, et notamment dans la Crau, pour superposer à un sol ingrat une couche de terre fertile.

Si l'eau est utile en agriculture à plusieurs points de vue, son excès est souvent nuisible, et son évacuation rend parfois autant de services aux cultivateurs qu'en a rendus son adduction. C'est en se débarrassant des eaux surabondantes qu'on a conquis au domaine agricole de vastes espaces sur des marais, sur des lacs et jusque sur de véritables mers intérieures. Les moëres et les watteringues du Nord, les marais de la Vendée n'ont pas d'autre origine. Il n'est personne qui ne connaisse les polders de la Hollande ; bientôt, peut-être, le Zuyderzée sera en partie desséché et gagné à la culture, comme l'a été déjà l'ancienne mer de Haarlem. De simples assainissements de terres humides ne peuvent provoquer des transformations aussi frappantes, mais ils sont susceptibles d'être appliqués à des étendues beaucoup plus considérables, et, dans leur ensemble, les effets n'en sont pas moindres. Ce sont des opérations qui ont pris, depuis 1850 surtout, un très grand développement.

La productivité du sol tient à son état d'humidité et au régime des eaux ; elle tient aussi à son état d'ameublissement. Jusqu'au commencement de ce siècle, on ne l'attaquait que superficiellement, et on ne pouvait faire plus avec les instruments dont on disposait. Les progrès de la mécanique, secondés par la substitution du fer au bois, ont amené une révolution complète dans les procédés de culture. Notre matériel agricole s'est modifié et complété sous toutes ses formes ; il permet maintenant d'aborder des entreprises impossibles autrefois. A la conquête du sol en superficie succède sa conquête en profondeur, qui étend de plus en plus les limites de sa production en augmentant la masse des terres mises à la disposition des plantes.

La préparation du sol a pour complément sa fertilisation méthodique. Les procédés plus ou moins empiriques qui ont été longtemps en usage disparaissent maintenant devant des procédés de plus en plus rationnels. Ce n'est pas de notre époque qu'ont été soupçonnés les lois de la restitution ; on les a entrevues depuis longtemps, mais on ne pouvait arriver à les formuler avec quelque précision qu'à la suite de la découverte des premiers principes de la Chimie moderne. Jusqu'à Lavoisier, on était forcément réduit à des hypothèses sur le phénomène de la nutrition végétale. Ses premières études ont été mises à profit par l'agriculture, et, déjà en 1800, on en prévoyait les conséquences pratiques.

« L'analyse chimique des plantes, — lit-on dans le traité de la culture des grains de Parmentier, écrit, avec la collaboration de l'abbé Rozier et d'autres agronomes de son temps, — démontre jusqu'à l'évidence la plus palpable et la plus matérielle que l'on en retire de l'air, de l'eau, de l'huile, des sels, de la terre. Si ces substances existent dans la plante analysée, elles existaient donc auparavant dans la terre et, en partie, dans l'atmosphère, puisque c'est dans ces deux immenses réceptacles qu'elles ont végété. »

« Tout était à apprendre », si l'on veut, mais le problème était bien posé et sa solution se préparait. On y a travaillé sans discontinuer, on y travaille encore, et s'il reste bien des questions à élucider, les plus importantes semblent tranchées. Le sol est devenu ainsi une manufacture où s'élaborent les matières fertilisantes qui lui sont confiées et dont on est parvenu à escompter les rendements probables avec une certaine approximation.

Les agriculteurs ont accru leur puissance sur le sol, ils ont su aussi plier les végétaux et les animaux à leur domination. Sous ce rapport, la période qui a précédé la Révolution française, ainsi que celle de la Révolution et de l'Empire, ont été marquées par des innovations si considérables qu'elles doivent être comptées parmi les plus brillantes de l'histoire de notre agriculture. C'est dans les dernières années de l'ancienne Monarchie qu'ont été

introduites dans nos assolements les cultures de la pomme de terre et des fourrages annuels, qui ont préparé l'avènement de la culture alterne, de la véritable culture moderne. C'est de l'Empire que date la culture de la betterave à sucre, qui est devenue la base de toutes les combinaisons agricoles de la région du Nord; le colza n'a pris d'extension que depuis ce même moment. C'est pendant cette longue période d'années de transition entre le régime ancien et le régime nouveau, que s'est faite la vulgarisation du mouton mérinos. Depuis lors on n'a guère ajouté aux ressources acquises : le nombre des plantes culturales, celui des animaux domestiques n'ont pas augmenté; les moutons mérinos, les plantes textiles et oléagineuses sont même en voie de diminution, mais plantes et animaux conservés ont été grandement améliorés. De nouvelles races de bétail, de nouvelles variétés végétales ont été créées; l'art de la culture s'est avancé, la zootechnie a pris naissance. A l'ère des inventions a succédé celle des perfectionnements.

Ce qui complique la profession agricole, c'est qu'elle s'exerce, non, comme les industries ordinaires, sur des matières inertes, mais sur des êtres vivants, qu'il faut défendre dans la lutte pour l'existence contre des accidents et des maladies de toutes sortes. Tant qu'on n'a pas su en discerner les causes, il a été difficile de s'y soustraire ou d'y porter remède. Les progrès de l'entomologie, de la botanique cryptogamique, la création de la microbiologie ont assis la pathologie végétale et animale sur des bases solides. Des laboratoires, les procédés curatifs passent rapidement dans la pratique, et l'agriculture y gagne une grande confiance dans ses forces.

III

Si incomplète que soit cette revue des progrès de l'industrie agricole, elle montre que l'agriculteur n'a cessé de devenir de plus en plus indépendant des agents essentiels de la production. Il subissait autrefois la situation que lui imposait la nature, il tend maintenant à s'en affranchir et, s'il y arrive dans une assez large mesure, c'est parce qu'il connaît de mieux en mieux les éléments sur lesquels s'exerce son industrie.

Certes, les générations qui nous ont devancés ont fait beaucoup, mais elles nous ont laissé beaucoup à faire. C'était sur les résultats de l'expérience, transmis par la tradition, que reposaient autrefois les progrès agricoles; c'est l'observation voulue et provoquée, appuyée sur les doctrines scientifiques les plus rigoureuses, qui leur sert maintenant de base. Jamais, du reste, la sûreté des méthodes n'a été plus nécessaire qu'à l'heure actuelle. Jusqu'à ces derniers temps, les prix des produits du sol les plus importants se maintenaient, pour la plupart d'entre eux, si même ils ne s'accroissaient; il suffisait de conserver la masse des denrées obtenues pour maintenir sa position économique. Mais à cet état de stabilité, sinon d'élévation des valeurs, succède maintenant un mouvement de dépréciation qui tend à se généraliser et qui inquiète, non sans raison, toutes les personnes qui vivent de l'exploitation du sol, que ce soient de simples ouvriers, des fermiers ou des propriétaires. Pour conserver les chiffres de leurs recettes, il faut de toute nécessité qu'elles livrent plus de marchandises au marché; elles n'ont à compter, pour y arriver, que sur l'augmentation des rendements. L'accroissement des produits peut seul compenser la diminution de leur prix de vente, et sauvegarder à la fois les intérêts de l'agriculture et de la société; c'est le but qu'il faut viser sous peine de déchéance et le but qu'on ne doit pas désespérer d'atteindre.

Sans doute, on pourrait concevoir une autre solution aux difficultés du moment, si on envisageait l'éventualité de la réduction de la population rurale. Il ne serait même pas impossible que la situation des personnes qui continueraient à en faire partie s'améliorât concurremment avec un abaissement de la production en nature ou en argent; il suffirait, pour cela, que la diminution des produits fût moins considérable que celle du personnel agricole. Chaque individu pourrait alors prétendre à une rémunération supérieure à celle qu'il reçoit aujourd'hui; son quantum de rétribution augmenterait. Dans quelques cas particuliers, ce n'est pas autrement, d'ailleurs, que se sont dénouées des situations agricoles qui semblaient inextricables. L'histoire de l'Écosse en offre un exemple remarquable; alors qu'une population trop dense pour les ressources du pays y vivait péniblement, ses habitants, moins nombreux, y jouissent maintenant d'un certain bien-être avec des systèmes de culture moins actifs et moins pénibles; les pâturages ont remplacé les champs de céréales. Peut-être, si on cherchait bien, trouverait-on à citer en France quelques faits du même ordre. Après tout, l'idéal d'une industrie quelconque est moins de nourrir beaucoup de personnes que de bien nourrir celles qu'elle occupe. Mais l'exode d'une partie de la population rurale, qu'elle se produise vers les villes ou vers l'étranger, ne serait pas sans présenter de très graves conséquences, et ce n'est qu'à défaut de mieux qu'on pourrait s'y résoudre. Tout commande donc de chercher à augmenter la production, et si, pour certaines denrées comme le blé, on semble approcher du maximum de récolte que peut utiliser la consommation, on n'est pas encore à prévoir le

moment où on atteindra cette limite pour d'autres marchandises.

L'agriculture tend, par la force des choses, à devenir de plus en plus scientifique. C'est de cette constatation bien établie que dérive l'impulsion qui a été donnée en France, depuis 1876, à l'enseignement agricole sous toutes ses formes, depuis l'enseignement supérieur, nécessairement réservé à une élite, jusqu'à l'enseignement élémentaire, accessible à tous. Son organisation fait honneur aux hommes qui en ont eu l'initiative; mais c'est dans son utilité qu'il faut en chercher les causes premières. Les diverses institutions qu'il comporte, issues des circonstances, ont été créées d'abord et servies ensuite par des esprits dévoués qui ont été des premiers à avoir foi dans leurs résultats.

La variété des connaissances scientifiques qui intéressent les agriculteurs ne laisse pas que d'être embarrassante. Si elle donne un grand attrait aux études techniques, un attrait qui attire de plus en plus vers elles la jeunesse studieuse, la tâche qu'elle impose n'est pas moins ardue. Et la science marche si vite que ceux-là mêmes qui ont pu se mettre au courant de ses données essentielles sont forcément débordés un jour ou l'autre par ses progrès. Il n'y a plus à penser à suivre ses modifications continues dans ses multiples branches; l'intelligence la plus remarquable n'y réussirait pas. On n'est pas à la fois ingénieur, mécanicien, chimiste, naturaliste, économiste, et on ne peut pas l'être. Aussi a-t-on dû multiplier les établissements de recherches scientifiques pour permettre aux cultivateurs de venir y puiser les indications dont ils ont besoin pour la bonne direction de leurs affaires, et ce ne sont pas les praticiens les plus instruits qui en profiteront le moins. Plus on sait, plus on éprouve le besoin de savoir et d'avoir recours aux lumières des autres, mieux on est placé pour en profiter. De toutes nos industries il n'en est pas qui, plus directement que l'agriculture, n'ait à faire appel à la science dans ce qu'elle a de plus général et de plus élevé.

F. Convert,
Professeur d'Economie rurale
à l'Institut National Agronomique.

REVUE ANNUELLE DE PSYCHOLOGIE PHYSIOLOGIQUE [1]

I. — Anatomie cérébrale.

Nous inaugurerons cette revue de Psychologie physiologique en appelant l'attention sur les plus récentes théories de la structure et des fonctions du cerveau. Il y a quelques années, Turner (Edimbourg) et Waldeyer (Berlin) avaient montré l'importance d'une étude, plus approfondie et vraiment philosophique, de la morphologie des circonvolutions cérébrales, non seulement pour la Physiologie et la Pathologie, mais pour la Psychologie. Turner avait divisé le cerveau antérieur des animaux inférieurs en *manteau* (*pallium*) et en *rhinocephalon*, auquel appartient, par sa partie inférieure, la *fossa Sylvii*. His, estimant que les anciennes divisions du cerveau antérieur et du cerveau postérieur devaient être réformées, vient de proposer une nouvelle classification [1] où, en dépit de l'opposition du cerveau proprement dit (comprenant le cerveau antérieur, intermédiaire et moyen) et du cerveau du sinus ou fosse rhomboïdale (*Rhomencephalon*), comprenant, avec le territoire du pédoncule cérébelleux supérieur, le cerveau postérieur et l'arrière-cerveau, on retrouve d'ailleurs toutes les grandes subdivisions. His appelle *Thalamencephalon* et divise le cerveau intermédiaire en *thalamus*, *metathalamus* et *epithalamus* (*ganglion habenulæ*, *epiphyse*); il divise le cerveau des hémisphères en corps strié, rhinencephalon et pallium.

Mais c'est Flechsig (Leipzig) qui, par le nouveau principe de division de la convexité du cerveau qu'il apporte, modifie le plus profondément les idées anatomiques et physiologiques reçues jus-

[1] En raison de la place nouvellement prise, dans le domaine des connaissances positives, par la psychologie physiologique, cette science, — qui était déjà représentée dans la *Revue* par des articles variés, — y sera désormais, indépendamment de tels articles, l'objet d'une revision annuelle. Cette étude, s'inquiétant moins des menues acquisitions de la science que du sens général des résultats, s'attachera surtout à donner la synthèse des travaux récents et à en indiquer l'orientation. Limitée à l'évolution contemporaine de la psychologie physiologique, elle laissera complètement de côté, comme étant en dehors du programme de la *Revue*, la partie métaphysique de la psychologie. Les deux parties, — positive et métaphysique, — sont aujourd'hui tout à fait indépendantes l'une de l'autre : correspondant à des besoins différents de notre esprit, elles se posent des problèmes différents, recourent à des méthodes différentes, et, tout en se servant quelquefois des mêmes termes, ne parlent pas la même langue. C'est ainsi, par exemple, que la conception des *facultés de l'âme*, dont s'occupe la psychologie métaphysique, n'a aucun sens en psychologie physiologique. Conformément à cette distinction, c'est du point de vue de la science positive que seront examinées ici les questions de psychologie. L'interprétation métaphysique des faits observés échappe à la compétence de la *Revue*.

La Direction.

[1] His. *Vorschlæge zur Eintheilung des Gehirns*. Arch. f. Anat. und Phys., 1894.

qu'ici. La note préventive que ce savant vient de publier[1] ne contient encore que de brèves indications. Mais on y voit déjà que, d'après lui, le cerveau antérieur des hémisphères doit être divisé en *centres de sensibilité* et en *centres d'association*. Les uns et les autres ont sans doute des fibres d'association et des fibres calleuses; mais, seuls, les premiers ont une couronne rayonnante, des faisceaux de projection renfermant des conducteurs centripètes et des conducteurs centrifuges : tels sont le faisceau sensitif, la voie des pyramides, les radiations optiques, le faisceau olfactif, le faisceau auditif, le faisceau fronto-protubérantiel, le faisceau des pédoncules cérébelleux supérieurs, etc. Ainsi, les parties postérieures des circonvolutions frontales, les circonvolutions centrales, la sphère visuelle de la scissure calcarine, la sphère auditive de la partie postérieure de T_1, la sphère olfactive du gyrus hippocampi et de la partie inféro-postérieure du lobe frontal, sont des centres de sensibilité, en rapport avec la périphérie du corps.

Au contraire, les *centres d'association* n'ont point de couronne rayonnante : ils sont exclusivement associés à d'autres centres de l'écorce cérébrale et doivent par conséquent avoir d'autres fonctions, dit Flechsig, que celles des centres de sensibilité. Ils forment quatre grands territoires strictement solidaires les uns des autres : le cerveau frontal antérieur, le lobe temporal, l'insula, le lobule pariétal postérieur. Les systèmes d'association qui réunissent ces territoires à deux ou à un plus grand nombre de centres voisins de sensibilité sont beaucoup plus nombreux que les systèmes d'association qui unissent directement les sphères sensibles entre elles.

Si l'on prend garde que ces derniers territoires — les circonvolutions centrales, les sphères visuelles, etc. — ne reçoivent pas seulement des sensations de la peau, des muscles et articulations, des rétines, etc., mais réagissent en déterminant des mouvements appropriés des extrémités, du tronc et de la face, des yeux, des paupières, etc., on inclinera à croire que chacun de ces territoires corticaux possède son appareil moteur particulier, au moyen duquel il incite les mouvements de l'organe périphérique correspondant, mais ces mouvements seulement, de sorte qu'il n'existe pas en réalité une zone motrice, mais autant de zones motrices qu'il y a de centres de sensibilité. Or, ces voies nerveuses de projection n'appartiennent point aux *centres d'association*, qui ne peuvent qu'indirectement, par l'intermédiaire des neurones d'association, exercer quelque influence sur les mouvements. Ces centres d'association, incomparablement plus développés chez l'homme que chez les animaux, sont la marque la plus certaine de la supériorité du cerveau humain sur celui des autres Mammifères. Ces centres se sont formés aux dépens de toutes les parties du cerveau. Ce sera l'œuvre d'une histoire comparée du développement cérébral de suivre, dans la série animale, leur apparition successive, et d'acquérir ainsi une mesure exacte qu'il sera possible d'appliquer à la comparaison du cerveau de l'Homme et des Vertébrés en général.

Beevor et Horsley (de Londres), dans leurs recherches expérimentales sur la zone motrice corticale de l'Orang-Outan, chez lequel la distribution des centres fonctionnels du cerveau est la même que chez l'homme, avaient aussi découvert qu'il existe, dans la région motrice de ces anthropoïdes, des îlots corticaux « complètement inexcitables » : ce fait leur avait paru, avec raison, témoigner d'un degré plus élevé de développement et de spécialisation fonctionnels.

C'est ce qui résulte encore de quelques considérations aussi vraies que profondes de M. le Professeur Pitres (Bordeaux) sur la nature des centres corticaux du langage. L'étude des aphasies aura plus contribué qu'aucune autre à nous révéler, en même temps que les mécanismes de l'association des images, la nature propre de l'intelligence. Les vues très systématiques et très synthétiques présentées par M. Pitres au Congrès de Médecine interne de Lyon (1894), sont au fond identiques à celles de Flechsig. Les deux travaux ont d'ailleurs paru presque en même temps, et la rencontre des idées, comme il arrive souvent, me semble un sûr garant de la solidité des doctrines. A propos de l'aphasie sous-corticale, M. Pitres a montré ce qu'il y a d'erroné dans la façon dont on conçoit généralement les rapports des circonvolutions avec les centres sous-jacents à l'écorce : On s'imagine à tort, dit-il, que toutes les circonvolutions sont reliées à ces centres par des faisceaux de projection directs passant par la capsule interne. Le centre de Broca, par exemple, est surtout relié par des faisceaux d'association aux autres centres, voisins ou éloignés, de l'écorce cérébrale; une infime minorité de ses fibres traverse la capsule interne. Le centre de Broca ne serait pas, par lui-même, un centre moteur : lorsque ses lésions destructives ne dépassent pas en arrière le sillon précentral, on n'observe aucune paralysie de la langue, des lèvres, du larynx, bref, des organes phonateurs, qu'il n'actionne qu'indirectement. Une lésion destructive du pied de la frontale antérieure (FA), où sont les centres de l'hypoglosse, du facial inférieur, du larynx, du trijumeau, abolira au contraire les mouvements

[1] *Ueber ein neues Eintheilungsprincip der Grosshirn-Oberfläche.* Neurol. Centralblatt, 1894, 674 sq. et 809. Cf., p. 807, la *Communication* d'Adamkiewicz.

volontaires de la langue, des lèvres, du larynx : c'est que ces centres ont des faisceaux de projection qui vont directement innerver les muscles des organes auxquels ils se distribuent ; ce sont les *centres de sensibilité* de Flechsig, expression qui est au fond beaucoup plus exacte, on le sait, que celle de centres moteurs. Au contraire, toute lésion de déficit du pli de substance grise, compris entre la branche verticale de la scissure de Sylvius et le sillon précentral, se manifeste par des altérations qu'on peut appeler, avec Pitres, purement psychiques : perte des images phonétiques des mots, absence d'incitation psychomotrice, inertie consécutive, sans paralysie vraie des organes de la phonation. Quelle différence d'avec les phénomènes de paralysie glosso-labio-laryngée pseudo-bulbaire qui suivent les lésions en foyer de la région capsulaire, traversée par les faisceaux descendants de l'aire corticale du facial et de l'hypoglosse ! La lésion de cette partie de la capsule interne ne produit pas plus de l'aphasie que celle des fibres de la partie postérieure de cette voie nerveuse ne détermine de la cécité ou de la surdité verbales. L'une provoque des phénomènes de dysarthrie ou d'anarthrie du langage, de l'hémiplégie, non de l'aphasie ; l'autre, de l'hémianesthésie, non, encore une fois, de la surdité ou de la cécité verbale. C'est que, vraisemblablement, les « centres spécialisés » du langage ne sont pas reliés directement par des faisceaux de projection aux centres d'exécution bulbo-médullaires. Qu'il s'agisse de l'articulation, de l'audition ou de la vision des mots, les centres respectifs de ces fonctions, F_3, T_1, P_2, devront, pour manifester leurs fonctions, emprunter le concours des centres moteurs et sensoriels auxquels ils sont associés par leurs faisceaux d'association. Ces centres, que Pitres appelle des organes d'élaboration psychique, et dont il met en lumière le caractère très élevé de spécialisation fonctionnelle, ne sont-ils pas les mêmes que ceux que Flechsig, Beever et Horsley ont opposés aux centres de projection ? Ce sont bien des centres d'*association*. Et, de fait, Flechsig n'a pas oublié de noter expressément que les centres du langage semblent tous siéger sur des territoires limitrophes de ses centres corticaux de sensibilité et d'association.

L'écorce du cerveau n'étant un organe de représentations, et partant le siège de l'intelligence, que parce qu'elle est un organe d'associations, suivant la grande idée de Meynert, devenue aujourd'hui le patrimoine des études d'anatomie et de physiologie du système nerveux central, tout essai de démonstration des connexions cérébrales est en même temps une tentative d'explication des fonctions de l'intelligence. C'est dans cet esprit que, au cours d'un travail sur le *Faisceau sensitif* et sur la *Localisation cérébrale de la sensibilité générale*[1], nous avons écrit, au sujet des territoires de l'écorce où se terminent les faisceaux nerveux qui ont leur origine dans les organes périphériques de la sensibilité générale : « Mais les arborisations terminales et les collatérales des prolongements cylindraxiles des cellules des autres territoires de l'écorce contractent sûrement des rapports de contiguïté, et partant fonctionnels, avec les éléments nerveux des lobes frontaux-pariétaux, où rayonnent les fibres du faisceau sensitif. »

Nous ne laisserons pas ces considérations d'anatomie cérébrale sans rendre un légitime hommage au magnifique ouvrage de M. le docteur Brissaud sur le *Cerveau de l'Homme*[2], œuvre d'art et de science. Je ne connais aucune anatomie du cerveau de l'homme qui ait jusqu'ici permis de pénétrer aussi avant, et avec un guide aussi sûr, dans le monde cérébral. Des esprits étrangers à ces hautes études pourraient seuls méconnaître la portée philosophique et surtout psychologique d'une topographie du cerveau : ils ne sauraient comprendre que la connaissance des fonctions du système nerveux central n'a pu avancer et n'avancera sûrement dans l'avenir qu'autant que l'anatomie du névraxe a été et sera plus avancée. La doctrine moderne de l'hétérogénéité fonctionnelle de l'écorce cérébrale n'a pas de plus sûr fondement que la démonstration de l'hétérogénéité correspondante de structure et de texture du manteau des hémisphères. Si la physiologie expérimentale et l'observation clinique ont quelquefois affecté de ne relever que d'elles-mêmes et ont dédaigné l'anatomie, ces velléités d'indépendance se sont bientôt dissipées comme une courte ivresse. Si la considération de l'élément anatomique ne saurait rien nous apprendre sur ce qu'est en soi une sensation, une image, un concept, il demeure constant que toute représentation ou idée implique non seulement l'existence d'un substratum anatomique, mais varie avec l'état de ce substratum, avec la qualité et la quantité des éléments qui le constituent, à n'importe quel moment de la durée de ce substratum, dans sa période d'évolution comme dans ses phases d'involution. Si une fonction n'est que l'activité d'un organe ou d'un groupe d'organes, il est incompréhensible qu'on prétende étudier l'un sans connaître l'autre, surtout quand l'organe est connu ou peut être connu. Malheureusement, le nombre est grand encore des psychologues qui croient pouvoir se passer des données de l'anatomie dans l'interprétation des fonctions

[1] *Revue générale des Sciences*, 30 mars et 30 avril 1894.

[2] E. Brissaud. *Anatomie du cerveau de l'homme, morphologie des hémisphères cérébraux*. 1 vol. in-4° de texte et un atlas in-folio. Paris, Masson, 1894.

du système nerveux central. Ces fonctions, ils les considèrent comme des manières d'entités distinctes des organes, à la façon des spirites ou des sauvages. Ils parlent ainsi d'intelligence, de conscience, de volonté, etc., comme les docteurs scolastiques parlaient d'humanité et de pierréité (la remarque est de Spinosa). Que de physiologistes et de cliniciens eux-mêmes parlent encore cette langue, et combien de philosophes, après eux, croyant avoir été à bonne école, perpétuent ces erreurs en les vulgarisant dans les livres et dans les cours! Je voudrais croire, mais je n'ose l'espérer, qu'un ouvrage tel que celui de Brissaud, véritable monument élevé à la science de l'anatomie du cerveau de l'homme, contribuera à ouvrir une ère nouvelle dans la manière dont les psychologues étudient les phénomènes de l'innervation cérébrale.

II. — Le protoplasma et les fonctions psychiques

La question de l'origine et de la nature des phénomènes psychiques est au fond réductible à celle de l'origine et de la nature de la vie. C'est le grand mérite de la philosophie moniste des deux derniers siècles et du nôtre d'avoir cherché à supprimer l'opposition traditionnelle du corps et de l'âme, de la matière et de l'esprit, pour les considérer comme les deux aspects d'un seul et même fait, comme l'apparence subjective et objective d'un seul et même phénomène, comme les modes d'une seule et même substance, qui ne nous paraissent autres que parce que nous les connaissons différemment. Cette doctrine, exclusive du matérialisme et du spiritualisme, et qui a définitivement vaincu l'antique dualisme, c'est le monisme. Toutefois, c'est moins le monisme de Spinoza que le monisme atomistique de Leibnitz qui domine aujourd'hui chez les naturalistes. Pour expliquer l'origine de la vie et de ses propriétés psychiques, on a dû étendre aux derniers éléments de la matière, considérée comme la substance, comme l'être unique et universel, les propriétés supérieures que manifestent les êtres composés précisément de ces mêmes éléments. Si l'agrégat est sensible, c'est que la sensibilité était en puissance dans les parties qui le constituent. On incline donc à admettre que toute matière serait, au moins en puissance, capable de sentir, et que, dans certaines conditions, cette sensibilité latente passe à l'acte. Cette obscure tendance à sentir et à se mouvoir d'après certains choix inconscients, se manifesterait dans les atomes, dans les molécules, et surtout dans les plastidules, ou parties élémentaires du protoplasma. Conçu de cette façon, l'atome n'est plus cette masse solide et étendue (et pourtant indivisible par définition) que les anciens philosophes ont admise par hypothèse. Puisque, en outre des propriétés mécaniques, physiques, chimiques, les dernières particules de la matière posséderaient aussi des propriétés d'ordre biologique, telles que celles de sentir, de percevoir et de se mouvoir, le moyen de ne pas songer aux idées de Glisson sur la vie de la nature et aux monades de Leibnitz? Or, ce dynamisme ne serait que l'aspect subjectif du mécanisme de la Nature. Car Leibnitz n'admit jamais dans l'organisme l'existence d'un principe contraire au mécanisme; il tenait que, dans les corps, tout doit s'expliquer mécaniquement. Point de corps sans mouvement; point de substance sans effort : toute la Nature est pleine de vie. Ni force plastique, ni archées ne sont donc nécessaires pour animer le vaste mécanisme de l'Univers.

Or ces imaginations ne sont pas des rêveries de philosophes platoniciens ou panthéistes : parmi ceux qui leur ont trouvé quelque vraisemblance, ou même davantage, les noms de Tyndall, de W. Thomson, de Naegeli, de Zœllner, d'Haeckel, de Preyer, de Forel, de Luciani, etc., sont bien connus des physiciens et des physiologistes.

Luciani (Rome) et, plus récemment, Auguste Forel (Zurich), pour ne rien dire d'un des derniers essais de Haeckel (Iéna) sur ce sujet, ont repensé les mêmes doctrines en méditant sur les plus grands problèmes de la vie et les propriétés psychiques qu'on observe chez les ancêtres des Plantes et des Animaux, comme chez les Invertébrés et les Vertébrés. Ces propriétés, à quelque degré que ce soit, existant toujours et universellement dans tout ce qui a vie, les fonctions psychiques sont aussi inséparables du protoplasma que n'importe quelle autre fonction biologique servant à définir ce « complexus chimique moléculaire [1] ». Mais il en est de la nature des propriétés psychiques, considérées dans leur essence, comme de celle des autres propriétés de la vie : c'est là un ordre de considérations qui, dépassant le domaine de l'observation et de l'expérience, ne saurait être objet de science; la critique de Kant l'a établi pour tous les siècles. Aussi, Luciani [2] applaudit-il au triple principe de conservation introduit par Preyer, c'est-à-dire au principe de conservation de la vie, de la matière et de la force dans l'Univers, considérées comme éternelles. Ce n'est pas le lieu d'exposer les idées de Preyer à ce sujet; je préfère insister sur les dernières théories des phénomènes psychiques chez les organismes élémentaires. L'étude des différents tropismes, c'est-à-dire des

[1] Alex. Danilewsky, *La substance fondamentale du protoplasma et ses modifications par la vie.* (*La Presse médicale*, 1894, p. 107).

[2] *I Preludi della vita* (Firenze, 1892) et *Lo svolgimento storico della fisiologia* (Roma, 1894).

changements de direction des mouvements déterminés chez les plus anciens ancêtres des Plantes et des Animaux, comme chez les Végétaux et les Animaux eux-mêmes, sous l'influence des différentes sources d'excitation — mécanique, physique, chimique et physiologique — du milieu ambiant, appliquée aux protoplasmas plus ou moins différenciés, aux tissus, aux organes, aux appareils et aux systèmes, constitue le plus sûr fondement de la Psychologie physiologique. L'intensité de l'excitation étant connue, il est possible de mesurer le degré d'excitabilité des différents êtres vivants aux mêmes stimuli.

Or, il s'en faut bien, comme on devait le supposer *a priori*, que le protoplasma soit uniformément différencié et réagisse également aux mêmes excitations. Certaines sensations des Vertébrés, telles que l'audition et la vision, ne paraissent pas même exister chez certains Protozoaires. Après Max Verworn, Luciani écrit que rien n'autorise à croire que le protoplasma des Amibes soit sensible à ce que nous appelons les ondes sonores aériennes. L'étude des organes des sens chez ces organismes, dont quelques familles sont déjà pourtant très différenciées, a montré que même les Protozoaires capables de distinguer les différences d'intensité lumineuse, avec les longueurs d'ondes, ne sauraient rien reconnaître à distance. Les stimuli acoustiques n'agissent que mécaniquement au moyen de la transmission des vibrations communiquées au milieu par les corps vibrants. Alors que le phénomène de l'héliotropisme et du phototropisme est si manifeste chez les Plantes et les Animaux, et aussi chez les Bactéries et les Diatomées, les Amibes rampent d'une extrémité à l'autre du spectre solaire, du violet au rouge, du rouge au violet, sans que la vitesse ou la direction de leurs mouvements en soit en rien modifiée. La capacité de sentir les rayons lumineux, et partant de réagir à la lumière, résulterait donc d'une adaptation du protoplasma à certaines conditions d'existence [1]. Il est probable, d'ailleurs, que les réactions locomotrices notées chez les autres Protozoaires ou Protophytes, voire chez les Plantes, chez les Invertébrés et chez certains Vertébrés aveugles ou privés d'yeux, dépendent bien moins de l'existence de véritables sensations lumineuses ou chromatiques que des effets thermiques ou chimiques des ondes lumineuses. C'est, selon Forel, l'interprétation la plus probable qu'on doive proposer des expériences de prétendues perceptions dermatoptiques observées par Graber sur des lombrics décapités, des tritons aux yeux énucléés, des actinies, des Mollusques aveugles et des Protozoaires. Graber attribuait même à cette fonction la perception des rayons ultra-violets chez les fourmis; on n'aurait pu dire ainsi, avec Lubbock, qu'elles voyaient une couleur que nous ne voyons pas. Mais ces sensations photodermiques, pour les appeler de leur vrai nom, n'ont sans doute rien de commun avec des sensations optiques. Outre qu'elles ne pourraient donner qu'une impression générale en rapport avec la nature différente de l'intensité et de la qualité de la lumière, sans aucune notion de la forme des objets, les faits observés s'expliquent suffisamment par les sensations tactiles, par celles de chaleur et de froid, de douleur ou de plaisir [1]. Forel incline pour des sensations très voisines de nos sensations thermiques, tout à fait différentes de nos sensations optiques.

Il n'en reste pas moins que l'étude des phénomènes de tropisme positif ou négatif, de suspension ou d'arrêt des mouvements, de contractions faibles ou fortes, partielles ou totales, du protoplasma amiboïde sous l'effet de stimulations efficaces, constitue un des plus solides fondements de la Psychologie physiologique.

Une première induction légitime, qui résulte des expériences des physiologistes, c'est que les organismes unicellulaires d'où sont sortis par différenciation, au cours de l'évolution organique, les Plantes et les Animaux, puisqu'ils réagissent à ces stimuli, sont *excitables*. Sont-ils *sensibles?* Luciani ne doute pas que les réactions motrices observées ne soient « précédées et accompagnées » de processus internes de caractère subjectif, c'est-à-dire *psychique*. Ainsi, le caractère psychique des phénomènes tropiques, positifs ou négatifs, se manifesterait par des mouvements d'approche ou d'éloignement de la sphère d'action des stimuli utiles ou nuisibles, et l'inversion de ces mouvements suivant le degré d'intensité du même stimulus correspondrait peut-être à des sensations « agréables » ou « désagréables », encore que ces êtres courent souvent à une mort certaine en s'empoisonnant avec des substances qui leur sont funestes. N'importe; il en va de même pour les organismes supérieurs, et ce défaut d'adaptation n'implique pas plus l'absence de caractère psychique de ces réactions chimio-

[1] Cf. pourtant Max Verworn, qui, dans la *Physiologie générale* qu'il vient de publier (*Allgemeine Physiologie*, p. 389 et suiv., Iena, G. Fischer, 1895), tient compte des dermatites produites par les rayons chimiques de la lumière électrique, se demande si toutes les formes cellulaires tenues jusqu'ici pour insensibles à la lumière solaire ordinaire, ne réagiraient pas à une lumière d'une intensité beaucoup plus élevée. S'il en était ainsi, toute matière vivante réagirait à la lumière. Le degré d'intensité nécessaire et suffisant pour cette réaction différerait seulement avec les différentes formes de la vie.

[1] Forel, *Expériences et Remarques critiques sur les sensations des Insectes*. Recueil zoologique suisse, IV, 145 et suiv.

tropiques qu'il ne ruine le principe de la téléologie mécanique. Un nouvel argument en faveur de la nature psychique de ces mouvements, c'est que, chez les Protozoaires, comme chez les Plantes et les Animaux, l'anesthésie chloroformique, par exemple, suspend ou abolit la sensibilité.

Mais les mouvements réflexes et automatiques des Protozoaires et des Protophytes, des Plantes et des Animaux, dont la nécessité et la fatalité organiques ne font point de doute dès que les conditions internes et externes de leur production sont réalisées, permettent-ils de conclure, comme n'hésitent pas à le faire nombre de physiologistes, qu'ils sont accompagnés de sensations et de perceptions, voire de représentations, de conscience et de volonté? « Nous affirmons, écrit Edouard Heckel (Marseille), que certains végétaux présentent des apparences de mouvements voulus, et la volonté existe en eux certainement, si, comme cela ne paraît point faire doute pour certains naturalistes, on discerne cette propriété dans les mouvements complexes propres aux Infusoires. » D'autres biologistes, tels que Luciani, après avoir bien établi, il nous semble, que sensibilité et excitabilité expriment la même chose considérée de deux points de vue différents, si bien que ce qu'on nomme excitabilité ou irritabilité n'est que l'aspect objectif de la sensibilité, et que la sensibilité est l'aspect subjectif de l'excitabilité, appellent excitation et sensation l'état d'activité de ces propriétés générales et fondamentales de tout protoplasma vivant. Mais dire que les êtres amiboïdes, parce qu'ils ont des sensations, possèdent « une âme », c'est-à-dire les propriétés de l'innervation supérieure qui, chez les Mammifères, servent à définir cet antique concept, n'est-ce point abandonner le terrain solide de la science expérimentale pour s'embarquer sur l'océan sans rivage de la métaphysique? A quoi bon appliquer ce vocable archaïque aux processus d'excitabilité ou de sensibilité non seulement du protoplasma des êtres amiboïdes, mais aux plastidules, molécules vivantes dont ce protoplasma serait élémentairement constitué?

Tout psychologue distingue un mouvement volontaire, c'est-à-dire un mouvement précédé d'une représentation, d'un mouvement réflexe et automatique. L'apparence de la finalité intelligente de ces derniers n'en impose plus à un esprit réfléchi. Si l'on parle de l' « âme » des plastidules, de l' « âme » des Protistes et des Animaux, il faudra parler de l' « âme » des Plantes. Car la retraite des vers de terre dans leurs galeries pendant le jour et leur sortie le soir n'impliquent pas plus de réflexion et de volonté que les mouvements nyctitropiques ou héliotropiques des Végétaux. Il est douteux que le ver distingue comme tel le jour de la nuit, quoique ses ganglions cérébroïdes soient particulièrement affectés par la lumière; mais l'enfouissement périodique dans son trou est, pour le ver et pour son espèce, une condition de survie absolue, puisque, autrement, les animaux diurnes le dévoreraient. C'est là, Darwin le dit expressément dans sa célèbre monographie, une « action d'habitude », issue de variations utiles, fixée par l'hérédité et renforcée par la sélection.

De même, si les feuilles de beaucoup de plantes se placent, la nuit, dans des positions très différentes de celles qu'elles occupent dans la journée, le résultat de ce mouvement est la *protection* des faces supérieures des feuilles contre les effets de la radiation nocturne. Les expériences de Darwin ont montré que les feuilles qu'on force à demeurer horizontales, pendant la nuit, souffrent beaucoup plus de la gelée que celles qui peuvent prendre la position verticale normale [1]. Le grand naturaliste anglais en a-t-il conclu à une « âme » de la Plante se protégeant efficacement par des mouvements voulus, réfléchis et conscients? Non ; car il a vu les feuilles de la plupart des plantes « prendre, le matin, leur position diurne caractéristique, *bien que la lumière fût encore absente*, et continuer à se mouvoir selon leur habitude dans l'obscurité » : il en a inféré que ces mouvements sont simplement héréditaires comme ceux des vers de terre. De même encore, si les folioles de certaines plantes s'élèvent ou s'abaissent lorsqu'elles sont exposées à un soleil brillant, c'est, dit Darwin « dans le but spécial d'éviter un éclairage trop intense ». « Il est impossible, écrit-il ailleurs, si l'on examine les plantes qui poussent sur un talus, ou au bord d'un bois épais, de douter que leurs jeunes tiges et leurs feuilles ne prennent les positions convenables pour assurer à ces derniers organes l'éclairage le plus complet et les rendre ainsi capables d'opérer la décomposition de l'acide carbonique. » Si la sensibilité géotropique de la plante, localisée dans l'extrémité radiculaire, guide dans le sol la radicule suivant les lois de moindre résistance, cette sensibilité spéciale éveille bien, chez Darwin, l'idée d'une comparaison avec les fonctions du « cerveau d'un animal inférieur » : car le cerveau, dit-il, placé à la partie antérieure du corps, reçoit les impressions des organes des sens et dirige les mouvements : il n'en conclut pas plus que Steiner, Edinger, Ziehen ou Sachs ne l'ont fait pour le cerveau primitif des Poissons, des Amphibies, des Reptiles, des Oiseaux ou des Mammifères, qu'une « âme » habite l'extrémité radiculaire de la plante.

[1] Ch. Darwin, *la Faculté motrice dans les Plantes*, p. 286-8, 410, 452-3, et tout le ch. XII.

Cette tendance à se mouvoir à certains moments déterminés, même indépendamment de toute modification dans la quantité de la lumière, Darwin l'attribue encore et toujours, quoique ces mouvements puissent être parfois extrêmement complexes, à des habitudes héréditaires, nées de variations utiles à la plante et devenues plus ou moins organiques au cours de la lutte pour la vie, par le fait de la sélection, de la ségrégation, etc., comme les mouvements réflexes et automatiques des Animaux.

Quelle est la part de l'intelligence dans tous ces processus psychiques, d'une complexité presque infinie, qui ont assuré, avec la survivance des organismes les mieux adaptés, la perpétuité des espèces végétales et animales? Elle est nulle. Car l'intelligence, entendue, avec Meynert, comme la résultante d'images et de concepts associés, n'existe pas encore dans la Plante ni chez l'Animal dépourvu de centres nerveux d'association. « Les Plantes et les Animaux fonctionnent précisément comme des *machines*, a écrit Preyer, parce qu'ils ne peuvent fonctionner autrement, et ils ne le peuvent pas, parce que les conditions externes et internes de la vie ne sont pas autres qu'elles ne sont [1]. » Avec les actions du milieu cosmique, avec les effets de l'usage des parties et de l'adaptation, la science est capable de rendre raison des phénomènes physiologiques comme des phénomènes morphologiques, et la vie et la pensée, étudiées dans leurs manifestations, font enfin partie de la conception mécanique de l'Univers. « Il n'y a en jeu, dans la matière organisée, que des propriétés physico-chimiques, réductibles elles-mêmes à des mouvements moléculaires. Dans tous les phénomènes vitaux, il n'y a en jeu que des forces mécaniques (physico-chimiques) » (Gley). Le mot « vital » lui-même, employé pour désigner les propriétés des êtres vivants qu'on n'a pu réduire encore à des considérations physico-chimiques, paraissait provisoire à Claude Bernard. J'ai rappelé ailleurs [2] que, dans l'état actuel des sciences, il est possible de relier directement la Psychologie aux sciences physico-chimiques : les fonctions du système nerveux, c'est-à-dire des neurones, où les propriétés psychiques du protoplasma ont subi la plus haute spécialisation, ne sont, comme la chaleur et l'électricité, qu'une forme de l'énergie; bref, les phénomènes psychiques possèdent un équivalent chimique, thermique, mécanique. Toutes les forces cosmiques aujourd'hui connues, y compris les forces psychiques, sont convertibles les unes dans les autres, sans perte ni création. La loi de la conservation de l'énergie est, de tous points, applicable à la mécanique cérébrale. « D'après cette loi, le mouvement cérébral qui se manifeste au dehors par la contraction musculaire, ne doit pas s'évanouir sans trace quand cette contraction a pris fin : il doit agir d'une autre manière. » Et en effet, dans un travail récent, M. Sommer (Wurzburg), que nous venons de citer [1], a démontré que la force qui, au moment de la cessation du mouvement volontaire, paraît se perdre, bien loin d'être perdue pour le mécanisme cérébral, se transforme en un mouvement inconscient partant du cerveau qui, dans certaines circonstances déterminées, arrête la marche d'un réflexe, et se propage ainsi, en tout cas, aux appareils de la moelle épinière. C'est là un nouvel et très sérieux essai de vérification de la loi de la conservation de l'énergie dans la mécanique du cerveau.

Qu'aucun des processus psychiques observés chez les Protozoaires ne soit conscient, c'est un point de doctrine inébranlable pour Max Verworn comme pour moi-même.

L'idée ou la représentation plus ou moins vague d'un moi individuel, condition nécessaire des processus conscients, ne peut, en effet, apparaître que lorsque les sensations et les représentations, primitivement inconscientes, de chaque partie d'un corps organisé, sont subordonnées entre elles et rapportées à quelque ordre prédominant de sensations, organe moteur et sensoriel (Steiner). Chez les Protistes, aucun organe des sens ne prédomine encore et ne concentre comme en un foyer les autres modes de sensibilité: il n'existe pas encore d'organoïdes différenciés de sensibilité spéciale, sinon de sensibilité générale. Les sensations et les représentations restent isolées, sans liens associatifs. « Le protoplasma n'a point de *moi*; il n'est jamais individualisé, et pourtant il vit. » (Preyer.) Puisque toutes les particules du protoplasma possèdent à peu près la même capacité de sentir et de réagir, il est clair qu'aucune représentation subjective d'un *moi*, quelque fugace et obscure qu'on l'imagine, n'en saurait résulter. L'association d'un ou de plusieurs groupes de représentations constitue la pensée. Or, aucun de ces processus psychiques, avec ses manifestations psychiques correspondantes, n'est nécessairement conscient. Il en est ainsi des mouvements dits de défense, de fuite, de nutrition et de reproduction. La persistance, chez les Mérozoïtes anucléés, après mérotomie, de tous ces mouvements, le prouve d'abondance. « L'absence de centralisation des

[1] W. Preyer, *Éléments de Physiologie générale*, trad. par J. Soury, p. 285.

[2] J. Soury, *les Fonctions du Cerveau* (2e édit. 1892), p. 375 et suivantes.

[1] Sommer, *Exacte graphische Darstellung unwillkürlicher cerebral bedingter Bewegungen*. Wiener medizin. Presse, 30 sept. 1894.

processus psychiques, de différenciation d'un organoïde, siège de processus psychiques, l'autonomie psychique de chaque fragment de protoplasma, voilà, a écrit Max Verworn, un argument qui, seul, suffirait à ruiner l'hypothèse de phénomènes de conscience chez les Protozoaires. »

Chez les Métazoaires, au contraire, la différenciation morphologique et fonctionnelle des parties, réalisée surtout par la division du travail physiologique, a réparti et localisé dans différents organes et systèmes des fonctions psychiques primitivement immanentes à chaque particule du protoplasma des Protozoaires. Ces faits, qui forment, en quelque sorte, la pierre d'angle de la Psychologie nouvelle, ont inspiré à Luciani quelques réflexions ingénieuses dont il faut tenir compte. L'éminent professeur de Physiologie de l'Université de Rome divise et subdivise les activités psychiques en inconscientes, subconscientes et conscientes. Les premières seraient localisées dans les tissus et organes du système végétatif, les autres dans les divers segments de l'axe cérébro-spinal. Chez les Animaux supérieurs on peut, ainsi que chez les Amibes, au moyen de vivisections, diviser l'agrégat psychique en une partie consciente et une autre inconsciente : il suffit d'une section transversale de l'axe spinal en un point intermédiaire entre les gonflements cervical et lombaire, ces deux cerveaux accessoires médullaires, comme les nomme Luciani. Chez l'homme, un traumatisme, une section ou un écrasement de la moelle épinière réalisent les mêmes faits. De la partie supérieure de l'agrégat psychique on peut, à volonté, éliminer une ou plusieurs formes d'activité supérieures : vision, audition, olfaction, etc., en extirpant tel ou tel territoire délimité de l'écorce cérébrale. Enfin on peut, comme Goltz, abolir en un temps toutes les fonctions psychiques supérieures de l'organe d'association, c'est-à-dire du cerveau antérieur, en enlevant en une ou deux opérations toute l'écorce des hémisphères. Le Mammifère ainsi décérébré n'a plus qu'une manière de vie psychique réduite à celle d'un amphioxus. L'idiotie et la démence, chez l'homme, produisent des automates vivants de même sorte. Aux sensations, perceptions et représentations imparfaites de ces derniers êtres correspondent des mouvements réflexes ou automatiques, des impressions plus ou moins inconscientes.

Chez les organismes les plus rudimentaires comme chez les plus complexes, des Protozoaires aux Métazoaires, on peut donc diviser en deux ou plusieurs parties l'agrégat psychique : on peut détruire une ou plusieurs de ses parties en laissant subsister les autres. Seulement, chez les premiers, comme chaque particule du corps cellulaire a ou paraît avoir les mêmes fonctions psychiques que l'ensemble, ces processus ne sauraient présenter les altérations qu'on observe, quant à ces fonctions, chez les organismes à spécialisations et à localisations psychiques très développées. Je dis qu'il faut tenir compte de ces idées, expression suffisamment exacte de nos connaissances sur les organes et les fonctions de la vie psychique dans toute la série des êtres organisés (Protozoaires et Protophytes, Végétaux et Animaux).

Ces faits d'observation et d'expérimentation prouvent, en tout cas, que, contrairement aux idées reçues sur la nature de l' « âme », l'unité des fonctions psychiques n'existe jamais ni à aucun degré, car l'apparition successive, au cours de l'évolution, des organes et appareils de centralisation, de coordination et de localisation, de plus en plus différenciés, n'a pu et ne pourra jamais réaliser qu'un semblant d'unité. Même indépendamment des faits d'arrêt partiel de développement du système nerveux central, des porencéphalies, des lésions destructives circonscrites du cerveau, dues à la maladie, aux traumatismes ou aux vivisections, un grand nombre d'états mentaux dans les psychoses et les névroses, dans l'hystérie surtout, semblent reposer sur une dissociation ou désagrégation mentale donnant lieu à la formation de personnalités différentes et indépendantes. « L'hystérie, dit Pierre Janet, est une forme de la désagrégation mentale, caractérisée par la tendance au dédoublement permanent et complet de la personnalité [1]. »

III. — La théorie des neurones et les fonctions de l'intelligence.

La connaissance des connexions anatomiques, celle, en particulier, de l'origine et des terminaisons des faisceaux nerveux dans les différents centres du myélencéphale, nous a toujours semblé la première condition d'une intelligence véritable des fonctions de la moelle épinière et du cerveau. De grands progrès récents [2] en ce domaine de l'anatomie, dus à des procédés d'imprégnation et de coloration des éléments nerveux, surtout aux méthodes de Golgi et de Ramon y Cajal, d'Ehrlich et de Nissl, ont fait apparaître un monde, jusqu'ici inconnu, de formes et de structures nerveuses. Ce n'est pas seulement l'Anatomie, c'est aussi la Physiologie du système nerveux, et partant la Psychologie, qui sortent en partie transformées de ces révélations dues à des procédés de technique. La ruine définitive des réseaux diffus de Gerlach et de Golgi, la fin de l'ère des anastomoses, la théorie des neurones, ont inauguré une conception nouvelle

[1] P. Janet *Etat mental des Hystériques*. I. Les stigmates mentaux. II. Les accidents mentaux (1894). *Quelques définitions récentes de l'hystérie*. Arch. de neurol., 1893.

[2] V. Eugenio Tanzi, *I fatti e le induzioni nell' odierna istologia del sistema nervoso*. Reggio-Emilia. 1893.

de la nature et des rapports de ces éléments nerveux dont les fonctions, en dernière analyse, sont, chez les Vertébrés supérieurs, celles de l'intelligence.

Nous reparlerons, dans cette *Revue*, en nous plaçant à un point de vue plus spécial, du grand ouvrage de A. van Gehuchten : *le Système nerveux de l'Homme*. Nous avons naguère rendu compte, dans le même esprit, des *Leçons sur la structure des organes du système nerveux central de l'Homme et des Animaux*, d'Edinger (4e édit. Leipzig, Vogel, 1894)[1]. Nous considérons le *Leitfaden der physiologischen Psychologie*, de Th. Ziehen (Iena, Fischer, 2e édit.), comme un des meilleurs livres qu'il soit possible de méditer, avec les *Beitraege zur experimentellen Psychologie*, de Münsterberg, depuis que la doctrine de Wundt, avec sa théorie métaphysique de l'aperception, est décidément tombée, en Allemagne comme en France, dans le discrédit qui frappe et ruine tôt ou tard toutes les philosophies de transition, incapables de renoncer jamais avec sincérité aux idées mystiques de la tradition, alors même qu'elles parlent la langue scientifique du temps.

En France, comme en Allemagne et dans le reste de l'Europe, les livres et les monographies de Psychologie physiologique, conçus et écrits dans le meilleur esprit scientifique, et dont les théories sont déjà si éloignées de celles des Wundt et des Sergi, augmentent chaque jour. Les *Vortraege* de Heinrich Sachs (Breslau) sur *la structure et l'activité du cerveau, l'aphasie et la cécité psychique*, méritent au plus haut point, ainsi que sa monographie sur l'anatomie du *lobe occipital*, d'attirer l'attention des psychologues. Nous avons peut-être moins de livres en France. Mais j'ai eu souvent l'occasion de reconnaître l'étendue et l'exactitude des informations, la rigueur scientifique des méthodes, la hauteur de vues de jeunes psychologues tels que Paul Sérieux[2], Marinesco[3], Maurice de Fleury[4], Armand Paulier[5], A. Rueff[6].

Mais, dans cette revue annuelle, nous devons plus insister sur l'histoire générale des idées, sur celle des théories et des systèmes en Psychologie, que sur la description des méthodes et des procédés techniques grâce auxquels le progrès de cette science a été possible. Un savant et un psychologue tel qu'Auguste Forel (Zurich), par exemple, nous semble correspondre le mieux à cet ordre de considérations. Aussi bien, c'est un devoir pour la critique de saluer dans Forel un précurseur de la révolution dans nos idées sur la structure et les connexions des éléments du système nerveux : je veux parler de la théorie des neurones.

Forel a souvent répété qu'une anatomie du cerveau sans histologie est un non-sens. Le travail qu'il vient de publier, *Gehirn und Seele* (Leipzig, Vogel, 1894)[1], nous fournit l'occasion désirée de dire toute notre pensée sur l'éminent psychologue. Avec His, et en même temps, il a inauguré la théorie des neurones. Kölliker et Max Schultze avaient déclaré, on le sait, à maintes reprises, qu'on ne pouvait démontrer l'existence d'anastomoses dans le système nerveux central. Mais tous les anatomistes croyaient que ce mode de connexion *devait* exister et que le système nerveux se composait de deux éléments : des fibres et des cellules nerveuses. His administra la preuve que, chez l'embryon, les fibres motrices proviennent des grandes cellules des cornes antérieures; les fibres sensitives, des cellules des ganglions spinaux intervertébraux. La fibre nerveuse n'est donc qu'un prolongement de la cellule, non un élément indépendant. S'appuyant sur les résultats anciens de la méthode d'atrophie de son maître Gudden, et sur les faits nouveaux d'histologie dus à la méthode de Golgi, qui prouvent que les prolongements protoplasmiques des cellules nerveuses se terminent librement, Forel ne put se persuader de l'existence d'un réseau anastomotique, admis par Golgi, formé des plus fines arborisations des prolongements nerveux des cellules ganglionnaires. D'abord, il n'avait rien pu constater de pareil sur les préparations exécutées d'après la méthode de Golgi; ensuite, le fait était en désaccord avec les expériences de Gudden sur l'atrophie des nerfs sensibles. Forel rejeta donc l'hypothèse des anastomoses : il soutint que toutes les fibres du système nerveux n'étaient que des prolongements des cellules nerveuses se terminant librement par de libres arborisations (1887). Les études bien connues de Forel sur les Invertébrés lui avaient appris que, chez ces animaux, où n'existe pas de ganglions spinaux, ce sont les amas de cellules nerveuses situées sous la peau qui sont les cellules d'origine des neurones sensitifs, terminés par de libres arborisations dans les ganglions de la chaîne ventrale. His, avec qui

[1] Cf. *Revue générale des Sciences*, 30 juin 1894.

[2] *Sur un cas d'hallucinations motrices verbales, chez une paralytique générale*, par le Dr Paul Sérieux, médecin adjoint à l'asile d'aliénés de Villejuif. — Arch. de neurol. 1894. Marinesco et Paul Sérieux. *Lésion traumatique du trijumeau et du facial avec troubles trophiques*. Arch. de phys., 1893.

[3] *Sur la régénération des centres nerveux*. C. R. de la Soc. de biol., mai 1894. *Ueber Veraenderung der Nerven u. des Rückenmarks nach Amputationen; ein Beitrag zur Nerventrophie*. Neurol. Centralbl. 1892. (Cf. A. Goldscheider. *Lehre von den troph. Centren*. Berl. Klin. Wochenschr., 1894.

[4] *L'insomnie et son traitement*, par le Dr M. de Fleury. Paris, 1894. Cf. *Contribution à l'étude de l'hystérie sénile* (1890).

[5] *Recherches sur la notion de surface en anatomie. Détermination de la surface des organes en général et du cerveau en particulier*, par le Dr Armand B. Paulier. Paris 1892.

[6] Voy. *les Troubles de la parole*, par Kussmaul. Traduction française augmentée de notes, par le Dr A. Rueff, chef de clinique adjoint de la Faculté de médecine de Paris.

[1] Gesellschaft deutscher Naturforscher u. Aerzte. Verhandlungen 1894. Allgem. Theil. Cf. Corresp.-Blatt fur Schweizer Aerzte. Iahrg XXII (1892). *Ueber die Theorie der Neuronen.*

Forel avait parlé de ces faits, exprima l'opinion que les ganglions spinaux des Vertébrés devaient être les homologues de ces ganglions sensitifs périphériques des Invertébrés. Au cours de l'évolution phylogénique, ces ganglions ont reculé dans l'intérieur vers les centres nerveux du névraxe, et le prolongement périphérique des cellules de ces ganglions a finalement formé le nerf sensitif. N'insistons pas davantage : il est certain que là où, comme dans la rétine, il y a, à la périphérie, des cellules nerveuses sensibles, il n'existe point de ganglions spinaux sur le parcours des nerfs correspondants. L'étude de ces problèmes complexes exige, on le voit, et Forel y insiste toujours avec raison, le concours d'un grand nombre de disciplines biologiques, telles que l'Embryologie, l'Anatomie comparée, l'Histologie et la Physiologie expérimentale.

Issu phylogéniquement des cellules épithéliales différenciées, ontogéniquement du feuillet germinatif externe de l'embryon, le système nerveux n'est que la postérité de ces cellules, dont il doit, par conséquent, posséder les propriétés générales, en outre des propriétés spéciales acquises au cours de l'évolution organique par l'effet de la division du travail physiologique. Ces dernières propriétés consistent surtout, selon Forel, dans la transmission des stimulus sous forme d'ondes, qu'il propose d'appeler *neurocymes* (ondes nerveuses), sans préjudice de la nature physico-chimique, encore inconnue, de ces mouvements moléculaires.

A l'hypothèse des réseaux nerveux du système nerveux central a succédé la démonstration d'une sorte de feutrage résultant des rapports réciproques de contiguïté des innombrables ramifications, d'une longueur et d'une finesse extrêmes, des cellules nerveuses : ces ramifications, Forel les compare, comme l'avait fait Th. Meynert bien avant ces découvertes, à des *bras de polypes*, ce qui n'est pas une simple comparaison et nous paraît bien exprimer la nature des choses. La cellule nerveuse avec ses prolongements et ses ramifications des deux extrémités est un neurone (Waldeyer). Le système nerveux tout entier, central et périphérique, n'est qu'un complexus immense de systèmes de neurones. On distingue : 1° des neurones centripètes, sensitifs ou sensoriels : ils transmettent les excitations des sens au système nerveux central ; 2° des neurones centrifuges, moteurs : ils propagent aux muscles l'onde nerveuse partie du système nerveux central. Le neurone moteur a sa cellule d'origine dans le système nerveux central : ses arborisations terminales s'appliquent, « comme des serres », sur les fibres musculaires et déterminent leur activité contractile ou motrice. Ces deux sortes de neurones périphériques sont toutefois subordonnées au prodigieux complexus de systèmes de neurones associés constituant le cerveau. La complexité extraordinaire de cet organe dépend beaucoup moins du nombre des cellules que de la multitude et de la finesse presque infinies des ramifications des neurones.

Entre le cerveau et les neurones périphériques, la moelle épinière, la moelle allongée, le cervelet, le thalamus opticus, etc., représentent des complexus de neurones intermédiaires, et, après Steiner et Edinger, Forel remarque que ces derniers sont en grande partie plus anciens que le cerveau des hémisphères, et que, par conséquent, ils doivent posséder, chez les Vertébrés inférieurs, des fonctions beaucoup plus importantes que chez l'Homme. Steiner, on le sait, a défini le cerveau un centre nerveux, parvenu d'homogène qu'il était aux autres métamères, à une sorte d'hégémonie motrice et sensorielle s'exerçant sur les autres segments du névraxe : il a démontré expérimentalement que, chez les Poissons cartilagineux, ce n'est pas le cerveau antérieur, mais le cerveau moyen, beaucoup plus développé, qui commande [1].

Tous ces faits nous sont devenus familiers. Mais voici des remarques singulièrement pénétrantes du précurseur de la théorie des neurones. La principale source, dit-il, des erreurs en Psychologie vient de l'usage d'un grand nombre de mots qui ont été forgés à une époque où l'on ne savait encore rien de l'Anatomie et de la Physiologie du cerveau humain. La Psychologie classique et l'ancienne Physiologie, se croyant d'ailleurs aux antipodes, parlent pourtant également de sensations, de perceptions, de représentations, de sentiments, de volonté, etc... Pour Forel, qui repousse la distinction traditionnelle des phénomènes en somatiques et psychiques, et qui déclare défuntes et « enterrées » les facultés de l'âme, la Psychologie et la Physiologie cérébrale ne sont naturellement que deux études d'un même objet considéré sous deux aspects ; les deux disciplines se confondent dans une synthèse : la Psycho-physiologie. La théorie des localisations cérébrales, les expériences sur le système nerveux des Animaux, l'étude clinique et anatomo-pathologique des lésions en foyer de l'écorce, celle des maladies mentales et nerveuses, l'Anthropologie criminelle et ses rapports avec la Psychiatrie, la théorie de la suggestion, celle du sommeil et des rêves, l'étude de l'intelligence normale ou pathologique des enfants, des aveugles-

[1] Steiner (Heidelberg), *Die Functionen des Centralnervensystems u. ihre Phylogenese.* IIe Abtheilung, *Untersuchungen ueber die Physiologie des Froschhirns.* IIte Abtheilung, *Die Fische* (1885-88). « Le cerveau des Vertébrés s'est développé phylogéniquement du centre olfactif (II, p. 99). » Le cerveau est défini par Steiner : « Un centre général des mouvements associé aux fonctions d'un au moins des nerfs supérieurs des sens (odorat, vue, ouïe). » Cf. surtout page 110, § 4 : *la phylogenèse du système nerveux central.*

nés, des sourds-muets, etc., voilà qui peut surtout nous apprendre comment l'écorce cérébrale fonctionne, quels troubles, partiels ou généraux, soit de nature centrale, soit de cause centripète ou centrifuge, peuvent l'affecter.

Quel est le siège des sensations? Dans le cerveau, répond Forel, au point d'arrivée de l'onde nerveuse née de l'excitation périphérique. Là, et de proche en proche jusqu'aux derniers confins de l'organe, cette onde nerveuse réveille d'autres ondes nerveuses innombrables, ou neurocymes associés, dont les vibrations, plus ou moins affaiblies, sommeillaient en quelque sorte dans les neurones de l'écorce. Pour variées que soient les associations, elles n'en sont pas moins ordonnées entre elles. L' « onde d'éveil » (le mot est de Forel) modifie en partie toute la chaîne de ces neurocymes associés; celle-ci réagit à son tour sur d'autres séries, soit en arrêtant, soit en propageant à distance les ondes nerveuses. Les ondes qui, dans l'écorce, atteignent une certaine vitesse et s'élèvent à une certaine hauteur s'écoulent en quelque sorte dans la grande voie centrifuge des fibres des faisceaux pyramidaux : ce sont les impulsions volontaires des psychologues, qui, en atteignant les organes bulbo-médullaires, excitent les cellules d'origine des nerfs moteurs et déterminent les mouvements. Les impulsions « volontaires » qui ne sont pas suivies de contractions musculaires, les grandes résultantes centrifuges de l'activité cérébrale qui sont inhibées, réfrénées, avant que les neurones de la voie des pyramides aient été actionnés ou aient pu l'être, jouent un rôle capital dans la vie psychique. Forel ne manquera pas sans doute de nous édifier à ce sujet lorsqu'il développera ces rapides aperçus, car cet anatomiste est doublé d'un aliéniste et d'un neurologiste de grande marque. Peut-être admet-il, avec Breuer et Freud (*Neur. Centr.* 1893), que ces sortes d'impulsions rentrées, si je puis dire, ces réactions arrêtées sans diversions compensatrices, aussi longtemps qu'elles n'ont pas perdu leur puissance émotionnelle, et chez ces dissociés intellectuels qu'on nomme hystériques, sont une cause persistante de réveils hallucinatoires plus ou moins inconscients qui se manifestent par les phénomènes moteurs de l'attaque convulsive.

Outre la nature des synthèses d'association, la durée, la forme, l'intensité du mouvement des ondes nerveuses des neurones de l'écorce interviennent dans le processus de la pensée (*Denkprocess*). Car c'est bien des opérations de la pensée qu'il s'agit. L'activité des processus de celle-ci, ou est devenue *automatique* par le fait d'innombrables répétitions identiques ou presque identiques, ou est restée *plastique*, créatrice, capable, au moyen de combinaisons nouvelles, d'instaurer de nouveaux enchaînements de neurocymes.

Dans cette dernière catégorie de phénomènes, qui comprend les opérations les plus élevées de la raison, les sentiments éthiques et esthétiques, un sentiment d'effort plus ou moins considérable, l'attention se décèle toujours par des symptômes subjectifs et objectifs. Dans la première, celle des activités purement automatiques, reproductives, héréditaires, des neurocymes, une excitation suffit souvent pour provoquer le déroulement de toute la chaîne : c'est l'instinct. Cet automatisme peut être créé, dans l'espèce par l'hérédité, chez l'individu par l'habitude. Ces actes, souvent très compliqués, par exemple ces instincts des fourmis si magistralement étudiés par Forel, n'exigent, pour se réaliser, que très peu d'éléments nerveux, car, encore que le cerveau des Fourmis soit relativement très gros, il est, en fait, extrêmement petit. Au contraire, les activités plastiques du cerveau ont besoin, pour se déployer, de masses considérables de substance nerveuse. L'activité plastique de l'intelligence des corneilles comparée à celle de la poule, peut expliquer, abstraction faite de la taille, le volume relatif du cerveau de ces deux oiseaux. Forel ajoute expressément que les propriétés plastiques de l'activité des neurocymes sont héréditaires, mais seulement à titre de dispositions, qu'elles soient ou non développées par l'individu qui en a hérité. « Ce sont des faits, cela, s'écrie Forel, et non des théories. »

Voilà bien, en effet, la partie vraiment scientifique de cette haute profession de doctrine. La brève esquisse qu'a donnée Forel des différents états de conscience et d'inconscience, du sommeil et des rêves, mérite encore d'être méditée, même lorsqu'on a présents à l'esprit les deux chapitres sur la *conscience*, qui ouvrent son livre *Der Hypnotismus* (Stuttgart, Enke, 1891). Forel étend l'existence de la conscience, non seulement à notre cerveau, mais aussi à toutes les autres parties de notre système nerveux, lesquelles nous sont aussi bien subjectivement qu'objectivement inconnues. Notre conscience ordinaire, celle de la veille, n'est qu'une conscience supérieure : voilà tout. Mais la conscience est une propriété générale des neurones vivants, et partant du système nerveux de tous les animaux. Il en a conclu naturellement que, dans l'évolution phylogénique des Animaux, l'activité plastique de l'intelligence doit avoir été primitive, l'activité automatique secondaire.

Ici je me sépare absolument de Forel pour les raisons que j'ai dites plus haut. Je crois encore, avec Forel, que, si les phénomènes psychiques qu'il est possible de noter chez les Végétaux sont si nombreux, c'est que les Végétaux, n'ayant point de

système nerveux, c'est-à-dire de neurones, c'est dans les cellules végétales constituant les plantes, bien plutôt que dans la plante entière, qu'il faut chercher à étudier l'individu véritable. Mais, si le monisme peut revendiquer, pour la vie et les propriétés élémentaires de toute vie, la même éternité que pour la force et la matière, il ne suit pas, selon moi, qu'on ait le droit de mettre la conscience, ou une conscience quelconque, au nombre de ces propriétés primordiales qui sont communes aux êtres inorganiques et organiques. Que l'on parle, après Haeckel, de l'embryon d'âme d'une cellule organique, voire d'un atome, soit, — quoique le mot « âme » dût être banni de la science en général comme il l'est de la Psychologie moderne.

Mais rien ne décèle l'existence d'une conscience, quelque rudimentaire qu'elle puisse être, ni dans l'Univers sidéral, ni dans la vie des Végétaux, ni dans celle des organismes où la division du travail physiologique n'a pas encore déterminé l'apparition d'un groupe de neurones associés. Ce ne sont même pas les neurones, c'est l'*association* des neurones qui, seule, réalise les conditions d'apparition d'une conscience. Et par ce mot, je n'entends, pas plus que Forel, une conscience humaine, telle qu'elle résulte de l'activité plastique d'un grand cerveau aux innombrables neurones. Je ne doute pas plus que lui de la conscience et de la plasticité de l'intelligence des grands Singes anthropoïdes, des Éléphants, des Dauphins, des Lézards, des Oiseaux et des Chiens, voire des Invertébrés tels que les Fourmis. Mais qu'est-ce que ces rares espèces dans le gouffre sans fond du monde des vivants? Une goutte d'eau dans l'Océan. Ni les Protozoaires dans leur ensemble, ni les Protophytes, ni les Végétaux, au milieu desquels vivent et passent presque inaperçus sur cette planète les dominateurs conscients des mers, des airs et des continents, n'ont atteint ni réalisé les conditions élémentaires de l'apparition de la conscience, et cela à quelque degré que ce soit. Les fonctions psychiques de ces multitudes presque infinies d'êtres vivants sont, au fond, absolument identiques aux nôtres, puisque les propriétés primordiales du protoplasma sont partout les mêmes. Mais on peut vivre et se survivre dans l'espèce, on peut lutter et vaincre dans le combat de la vie universelle, on peut s'adapter aux milieux, réagir aux excitations internes et externes par des mouvements de défense et de protection apparents, sans qu'aucune lueur de conscience, j'entends sans qu'aucune représentation consciente, ne traverse le protoplasma amiboïde d'un Protiste ou d'un Végétal.

Les habitudes ancestrales de ces êtres, ce qu'on pourrait appeler leurs instincts héréditaires, sont nées, nous l'avons dit, des variations utiles acquises mécaniquement au cours des longues luttes pour l'existence; fixées par l'hérédité, elles sont devenues organiques par la sélection naturelle. En somme, Descartes avait raison : tous les êtres vivants ne sont que des automates : son erreur a été de tirer l'Homme de la foule innombrable de ses frères inférieurs. Inconscients ou conscients, les processus psychiques n'en sont pas moins toujours automatiques. La conscience n'ajoute rien, quand elle existe, à ces processus, pas plus que l'ombre au corps. Si la sensation et l'intelligence qui en résulte, quand les appareils des sens et les organes psychiques ont apparu, ne sont, comme la vie elle-même, qu'elles servent en partie à définir, que des forces naturelles, elles ne sauraient se soustraire aux lois d'airain du déterminisme universel.

Si les processus de l'intelligence, même la plus haute et la plus différenciée, ne sont pas, comme ceux d'un mollusque, susceptibles d'être déterminés, soit avec nos méthodes actuelles, soit à l'aide de méthodes futures plus perfectionnées, bref, s'ils échappent au nombre et à la mesure, ils ne sont pas objets de science, et Kant a raison contre Herbart et Fechner, qui répétait que « la Psychologie ne pourra jamais s'élever au rang d'une science naturelle exacte » : il n'y a point de Psychologie. Il y a, au contraire, une Psychologie, si l'activité de l'intelligence, comme celle de toutes les autres fonctions des êtres organisés, se ramène, avec la Physique et la Chimie, à la Mécanique. L'unité suprême de la Nature a sa plus haute expression dans l'unité de la science. Il n'y a pas deux Mécaniques, une Mécanique céleste et une Mécanique cérébrale; deux Chimies, une Chimie inorganique et une Chimie organique; deux Physiologies, non plus que deux Psychologies, l'une pour les hommes, l'autre pour les Végétaux et les Animaux. Partout éclate, avec l'infinité de la causalité, la continuité des phénomènes naturels.

Si l'on connaissait mieux les éléments de la Mécanique moléculaire, les phénomènes les plus délicats des formes supérieures de la vie, les phénomènes d'innervation eux-mêmes, pourraient être représentés par quelque formule d'ordre cosmologique, car les diverses actions nerveuses, les sensations, les images et les idées, ne sont, considérées objectivement, que des systèmes de mouvements. Mais les sciences de la vie sont encore très loin de la perfection relative à laquelle sont déjà arrivées quelques sciences, telles que l'Optique, et la théorie des mouvements cellulaires est infiniment moins avancée que celle des ondulations de l'éther.

Jules Soury,

Maître de Conférences de Psychologie physiologique à l'École pratique des Hautes-Études.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LES TRANSMISSIONS ÉLECTRIQUES. — SONNERIE ÉLECTRIQUE INDUSTRIELLE DESTINÉE AUX ENDROITS HUMIDES. — NOUVELLE BOUÉE DE SAUVETAGE

M. A. Siemens vient de faire, devant le *North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers*, une conférence d'un intérêt considérable sur les *transmissions électriques*. L'éminent physicien a rappelé les premières applications du transport de l'énergie par l'électricité faites à Craigside et à Tunbridge Wells par lord Armstrong et sir William Siemens. Il fallut, d'ailleurs, plusieurs années avant que ces applications fussent prises au sérieux et considérées comme réellement industrielles. Mais les tramways électriques et leur rapide développement — en France, malheureusement, nous ne pourrions tenir un tel langage — ont bientôt prouvé qu'il était possible de construire des moteurs électriques fonctionnant parfaitement et sûrement. On pourrait en citer qui ont fait plus de 100.000 kilomètres avant d'avoir eu besoin d'une réparation quelconque.

MM. Siemens Bros and C° ont installé, dans leurs usines de Woolwich, le système des transmissions électriques au lieu du système ordinaire qui existait auparavant. Cet exemple mérite-t-il d'être suivi? Des essais de comparaison sérieux entre la vapeur et l'électricité ont montré que celle-ci doit être préférée dans la plupart des cas s'il s'agit de nouvelles usines. S'il faut, au contraire, changer l'ancien système contre le nouveau, les solutions varient beaucoup selon les circonstances. En règle générale, la transmission électrique est la plus économique quand l'énergie doit être transportée à de longues distances et à différents endroits, dans les mines par exemple [1].

Tel est l'esprit du discours de M. Alex. Siemens.

Le sujet est important et d'autant plus digne d'attirer l'attention qu'il a été longtemps négligé. Depuis quelques années, cependant, les ingénieurs semblent sortir de leur longue insouciance et quelques essais se font, mais trop rares et trop timides encore. Car il ne s'agit pas d'adopter d'enthousiasme le système électrique, ni de le rejeter avec parti pris; il s'agit de savoir exactement et pour ainsi dire mathématiquement quel est le mode de transmission le plus avantageux; et si les solutions peuvent être différentes, dans quel cas l'un ou l'autre de ces modes doit être accepté ou repoussé. C'est pour cela que des essais nombreux et soignés sont nécessaires.

M. Selby-Bigge vient, lui aussi, de traiter le même sujet devant l'*Iron and Steel Institute*. « Il y a eu, dit-il, une tendance de la part des ingénieurs à considérer l'électricité comme applicable seulement dans le cas où la puissance doit être transmise à une grande distance. Il est nécessaire à présent d'envisager un cas tout différent, celui où la puissance doit être transmise dans un rayon n'excédant pas 300 ou 400 mètres, mais dans lequel l'électricité ait matière à s'employer pour la marche de différentes classes de machines. »

Il arrive souvent dans les anciens établissements que la force motrice est produite par un certain nombre de chaudières et de machines formant des groupes disséminés et absolument indépendants. Les transmissions par arbres et par courroies sont très longues et très nombreuses; la vapeur est conduite quelquefois à de très grandes distances du générateur lorsque la nécessité a imposé un emplacement bien déterminé pour le moteur. De cette disposition résultent de graves inconvénients : d'une part, avec des chaudières et des machines séparées, la surveillance se fait beaucoup plus difficilement, et, d'autre part, on a beaucoup de chances d'être obligé d'augmenter le nombre des mécaniciens et des chauffeurs. Les machines sont de faible force, partant d'un rendement peu satisfaisant; elles marchent à basse pression et l'on sait que les types de machines à haute pression sont plus économiques. Dans les longues conduites de vapeur, on trouve des pertes énormes par condensation et surtout par suite des fuites inévitables dans les soupapes et dans les joints. Enfin, les transmissions par arbres et par courroies absorbent une quantité de travail dont on ne se rend pas toujours compte et qui peut varier de 3 à 69 °/₀ de la puissance transmise [1]. Nous avons supposé jusqu'ici que tous les ateliers étaient en plein fonctionnement. Or, il arrive souvent qu'une bonne partie des transmissions tourne à vide. Au-dessous de quel taux le rendement ne peut-il pas alors descendre?

Supposons que l'on veuille reconstituer complètement un de ces anciens établissements en adoptant les transmissions électriques.

La première chose à faire sera de se rendre compte de la puissance à fournir et de procéder aux mesures nécessaires si, ce qui est le cas général, l'industriel n'a pas de renseignements précis sur ce sujet. On divisera la force totale en deux unités de puissance : par exemple, pour 1.000 chevaux, on prendra deux machines de 500 chevaux. Evidemment, même dans l'esprit de M. Selby-Bigge, cette règle n'est pas absolue et l'on peut imaginer des cas où il serait plus avantageux de diviser la puissance totale en trois ou même en quatre unités.

L'emplacement des chaudières et des machines sera ensuite déterminé. L'on a à cet égard la liberté la plus grande; le choix peut être fait en dehors de toute préoccupation relative à la disposition des outils à commander. La force sera transmise aux outils au moyen de moteurs de puissance convenable. Voici, par exemple, les nombres adoptés aux établissements d'extraction de zinc de la Vieille-Montagne. Ces établissements ont été, il y a quelque temps, entièrement reconstitués par l'installation d'une importante distribution de puissance électrique. La machine génératrice est une Corlis compound de 600 chevaux tournant à la vitesse de 80 tours par minute, associée à une dynamo-volant multipolaire, construite pour une tension de 500 volts. Les moteurs employés sont :

10	moteurs de	1 cheval
1	»	2 chevaux
6	»	3 ½
4	»	7
3	»	10 ½
5	»	14
2	»	45
1	»	64
2	»	80

La perte totale dans une installation de ce genre, en admettant que le rayon d'action ne dépasse pas

[1] Voyez à ce sujet la remarquable étude que M. Gérard Lavergne a publiée dans le dernier numéro de la *Revue*. (N° du 15 janvier 1895, t. VI, p. 8 à 23.)

[1] Nous rappelons à ce sujet une notice donnant des nombres à peu près équivalents parue à cette même place dans la *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1894, page 762.

500 mètres, est d'environ 25 °/₀, répartie comme suit :

Perte dans la dynamo génératrice	7	25
Perte dans les conducteurs	3	
Perte dans les moteurs	15	

L'économie journalière de charbon peut être, paraît-il, de 4 à 7 kilos de charbon par cheval effectif.

Dans les anciens établissements les pertes dans les conduites et dans les transmissions sont constantes, que l'outil tourne ou non. Au contraire, dès qu'un moteur électrique a cessé de travailler, on le met hors circuit; les courroies, s'il y en a, s'arrêtent, et la perte dans les câbles devient rigoureusement nulle. C'est là une des causes principales du relèvement du taux général de rendement. A la manufacture d'armes d'Herstal, il a été reconnu que, pour une certaine partie des usines, l'installation électrique a fait tomber la dépense journalière de charbon de 3 tonnes à 900 kilogrammes.

La surveillance et l'entretien d'une installation électrique complète et bien comprise demandent très peu d'hommes. Il y a de ce fait sur les salaires une économie qui est parfois loin d'être négligeable.

Le tableau ci-joint, dû à M. Félix Mélott, donne, d'après le calcul, une comparaison très intéressante entre les transmissions mécaniques et les transmissions électriques pour des charges variables :

Transmission électrique

Charge de la machine	1000	750	500	333	250	200
Perte constante par frottement	50	50	50	50	50	50
Perte électrique variable	50	27	11	4.5	2.2	1.2
Perte totale de la dynamo	100	71	61	54.5	52.2	51.2
Puissance disponible	900	673	439	278.5	197.8	148.8
Rendement p. cent.	90	89.7	87.8	83.5	79.1	74.4
Perte dans les conducteurs	18	10	4	1.7	0.8	0.45
Puissance disponible aux moteurs	882	663	435	276.8	197	148.3
Perte constante par frottements	53	53	53	53	53	5.3
Perte variable	25	20	8.5	3.4	1.7	1
Perte totale dans les moteurs	88	73	61.5	56.4	54.7	54
Puissance disponible	794	590	373.5	220.4	142.3	94.3
Rendement total %	79.4	78.7	74.7	66.2	57	47.2

Transmission mécanique

Charge de la machine	1000	750	500	333	250	200
Perte par frottement	206	206	206	206	206	206
Puissance utile	794	544	294	127	44	0
Rendement total %	79.4	72.5	58.8	38.1	17.6	0

Voici, comme exemple, les rendements exacts mesurés aux établissements de la Vieille-Montagne :

Rendement de la machine	90 %	à pleine charge
» dynamo génératrice	90	
» des conducteurs	98	
» moyen des moteurs	86	

Rapport du travail utile au travail indiqué à la machine à vapeur 68,5 °/₀.

« En tenant compte de tout ce qui a été établi plus haut, conclut M. Selby-Bigge, on verra que la puissance électrique est appelée à devenir, prochainement, un facteur important dans les industries du fer et de l'acier et dans les ateliers de construction.

« Appliquée aux mines pour les transmissions à longue distance ou aux usines pour la transmission à courte distance et la concentration de puissance, elle sera la source d'une grande économie sur les salaires, le combustible et l'entretien, par rapport aux méthodes employées jusqu'ici. D'anciens établissements peuvent être reconstitués avec avantage, comme le prouvent les exemples de la Manufacture Royale d'Armes, des établissements d'extraction de zinc de la Vieille-Montagne en Belgique, des établissements de production de l'acier de MM. Long et C°, à Middlesborough; que d'avantages ont à leur disposition ceux qui projettent de fonder des installations nouvelles ! »

Les journaux scientifiques anglais s'occupent actuellement, en y attachant une certaine importance, d'une sonnerie électrique susceptible de rendre de véritables services dans l'industrie et qui présente quelques détails originaux. Elle est destinée à être employée dans les mines, à bord des vaisseaux, et, partout enfin où l'action de l'humidité peut se faire sentir sur les sonneries ordinaires, les endommager et les mettre rapidement hors de service. Les électro-aimants, les contacts mobiles et toutes les parties délicates de l'appareil sont enfermées dans une boîte métallique munie d'un couvercle et d'un joint au caoutchouc qui la rend absolument étanche (fig. 1). La base

Fig. 1. — *Détails de la sonnerie.*

de la sonnerie qui supporte le timbre de la boîte est venue de fonte avec cette dernière. Le contact mobile à travers lequel passe le courant se trouve à l'intérieur et en regard de prolongements polaires latéraux des électro-aimants. Ceux-ci, en outre, passent à travers l'un des côtés de la boîte et leurs extrémités débordent à l'extérieur. En face de celles-ci vient une lame métallique supportant le bouton du timbre et retenue par un ressort antagoniste. Dès que le courant passe, le contact intérieur vibre et détermine des vibrations synchroniques de la lame extérieure.

Il paraît qu'il a été démontré par l'expérience que cette sonnerie atteint absolument le but pour lequel elle a été construite. Elle fonctionnerait même lorsqu'elle est complètement plongée dans l'eau. La figure 1 ci-jointe, reproduite d'après *The Electrician*, en montre les détails.

L'*Allgemeine Elekiricitäts Gesellschaft* a fait dernièrement paraître sur le marché une nouvelle bouée de sauvetage munie d'une lampe électrique. Destinée à supporter facilement le poids de trois hommes, cette bouée pèse un peu plus de 50 kilos. Dans son intérieur se trouvent des accumulateurs qui, dit-on, peuvent conserver leur charge pendant deux mois et sont capables d'alimenter pendant 6 heures une lampe de 16 bougies. Cette lampe est située au-dessus de la bouée et protégée par une sorte de cage métallique. Elle est également entourée d'une forte lentille qui rend sa lumière visible à une distance de 1 kilomètre et demi à 2 kilomètres. Un jeu de ressorts convenablement disposés maintient le circuit ouvert tant que la bouée est suspendue et le ferme automatiquement aussitôt qu'on la détache.

A. Gay,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Darboux (Gaston). — *Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris.* — **Leçons sur la Théorie générale des Surfaces et les Applications géométriques du calcul infinitésimal.** *Troisième partie* : **Lignes géodésiques et courbure géodésique. Paramètres différentiels. Déformation des surfaces.** — *Troisième fascicule. 1 vol. in-8° de 75 pages. (Prix : 15 fr.) Gauthier-Villars et fils. Paris*, 1895.

Ce fascicule termine le troisième volume des *Leçons* de M. Darboux, mais non l'ouvrage entier, ainsi que le comportait le plan primitif. La théorie de la déformation infiniment petite a pris, en effet, un développement tel que l'auteur a dû la réserver pour une quatrième partie.

Le fascicule actuel n'est donc que le complément du précédent. Il se compose de deux chapitres bien distincts. Le premier contient l'application des méthodes antérieurement exposées à la recherche de surfaces à courbure constante, et tout d'abord de celles de ces surfaces qui ont leurs lignes de courbure planes ou sphériques dans un système, d'après la méthode de M. Enneper.

Si u est le paramètre d'une telle ligne de courbure, les coordonnées x_0, z_0 du centre de la sphère correspondante par rapport au trièdre attaché à la surface cherchée sont des fonctions de u seul. En écrivant que ce centre reste fixe quand on se déplace sur la ligne de courbure, on obtient une équation aux dérivées partielles, qu'il faut joindre à celle qui caractérise les surfaces à courbure constante : la condition d'intégrabilité du système ainsi obtenue donne deux équations différentielles ordinaires en x_0, z_0. L'intégration de ces équations n'a pu être effectuée par M. Enneper : elle est due à M. Dobriner. M. Darboux la présente sous trois formes différentes, dont la dernière revient à ce fait géométrique simple : *les sphères qui contiennent les lignes de courbure doivent avoir leurs centres en ligne droite.*

Ayant trouvé des surfaces à courbure constante, on peut en déduire une série d'autres par les méthodes de MM. Bäcklund et Lie. Les quadratures que nécessite l'emploi de ces méthodes peuvent être plus ou moins réduites. L'intégration d'un certain système d'équation de Riccati à deux variables contenant un paramètre arbitraire permet de ramener à des calculs algébriques l'application des méthodes de transformation.

Le second chapitre établit un rapprochement entre la théorie des surfaces à courbure constante et celle des surfaces minima, à l'aide de la géométrie généralisée de M. Cayley.

On sait que les relations métriques de la géométrie peuvent être exprimées sous forme projective par l'introduction du cercle imaginaire à l'infini. On obtient la géométrie de M. Cayley en remplaçant ce cercle (considéré comme une quadrique dégénérée) par une quadrique quelconque. Comme il est indifférent de faire subir à la figure une transformation homographique, on peut ramener la quadrique fondamentale, suivant qu'elle est ou non dégénérée, à être le cercle imaginaire à l'infini ou une sphère ayant son centre à l'origine, le premier cas étant celui de la géométrie ordinaire.

Une transformation assez simple relie, d'ailleurs, l'une à l'autre ces deux géométries. Si, à chaque point M de l'espace, nous faisons correspondre l'un des points m, m' qui sont les centres des sphères de rayon nul passant par l'intersection de la sphère fondamentale S et du plan polaire de M par rapport à S, à la figure F, composée des points M, correspondra une figure f, composée des points m. L'angle cayleyen de deux lignes de la figure F est égal à l'angle ordinaire correspondant de la figure f. Quant à l'élément linéaire cayleyen de la figure F, il est égal à l'élément ordinaire ds de la figure f, multiplié par $\frac{1}{\rho^2 - R^2}$, où R, ρ sont respectivement le rayon de la sphère fondamentale et la distance du point m au centre. On peut supposer que la dénomination de longueur d'un arc de courbe ait été donnée à l'intégrale $\int \frac{ds}{\rho^2 - R^2}$ prise le long de cet arc : les lignes les plus courtes entre deux de leurs points ne sont plus alors des droites, mais des cercles orthogonaux à la sphère fondamentale. Si l'on remarque que l'on peut toujours supposer le point m intérieur à cette sphère, on reconnaîtra, dans la géométrie de la figure f, la géométrie non euclidienne indiquée par M. Poincaré dans la *Revue* du 30 janvier 1892 (p. 74).

Si maintenant l'on demande la notion qui, en géométrie cayleyenne, correspond à celle de surface minima, on pourra partir de la propriété qu'ont sur ces dernières les lignes de longueur nulle de former un réseau conjugué. En géométrie cayleyenne, les lignes de longueur nulle sont remplacées par les lignes dont les tangentes touchent la quadrique fondamentale. Or, la recherche des surfaces Σ sur lesquelles ces lignes forment un réseau conjugué dépend précisément de la même équation aux dérivées partielles que celle des surfaces à courbure constante.

On retrouverait, d'ailleurs, les même surfaces Σ en tranformant une autre définition des surfaces minima, par exemple en considérant les surfaces dont les lignes asymptotiques font un angle cayleyen égal à $\frac{\pi}{2}$, ou celles qui ont leurs rayons de courbure cayleyens égaux et de ligne contraire, ou encore celles dont l'aire cayleyenne est minima.

J. Hadamard.

Cantor (Moritz). — **Vorlesungen über Geschichte der Mathematik.** *Dritter Band (vom Jahre 1668 bis zum Jahre 1759). Erste Abtheilung (Die Zeit von 1668 bis 1699). — Un volume in-8° de 251 pages avec 45 fig. dans le texte. (Prix : 7 fr. 50). B. G. Teubner, Leipzig*, 1895.

Le troisième et dernier volume, comprenant l'histoire des Mathématiques depuis l'an 1668 à l'an 1759, se divise en trois parties, dont la première, la seule parue encore, contient un exposé des travaux publiés de 1668 à 1699. L'auteur nous présente, séparément pour chaque branche, les progrès réalisés pendant cette période, en attachant une grande importance à l'ordre chronologique, afin de bien laisser entrevoir l'influence qu'un géomètre a pu exercer sur un autre. Qu'il nous suffise, pour montrer le haut intérêt qu'offre le présent fascicule, de rappeler que c'est précisément à cette époque que remonte la fondation du calcul différentiel et intégral, c'est-à-dire que furent publiés les mémoires de Leibnitz, de Newton, du marquis de l'Hospital, des frères Bernoulli, de Tschirnhausen et d'autres.

Il serait superflu de faire ici l'éloge d'une œuvre que le public mathématicien a déjà su apprécier à sa juste valeur; souhaitons simplement que les deux derniers fascicules ne tardent pas à être publiés.

H. Fehr.

2° Sciences physiques.

Berthelot (Daniel), *Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie, Assistant au Muséum.* — **De l'Allotropie des Corps simples.** — *1 vol. in-8°, de 85 p. G. Steinheil, éditeur, Paris,* 1895.

Un corps simple peut se présenter sous plusieurs états offrant des propriétés physiques et chimiques si différentes que l'on serait presque tenté de les considérer comme constituant autant d'éléments distincts, si des masses égales de chacun d'eux ne possédaient la faculté de s'unir à un autre corps pour former un composé identique. C'est là le phénomène de l'*allotropie*, ainsi désigné pour la première fois par Berzélius. Cette notion de l'allotropie a, depuis lors, été l'objet de nombreux travaux; elle touche aux questions les plus intéressantes de la Chimie, conduit naturellement aux plus hauts problèmes de la philosophie naturelle, le problème de l'unité de la matière, par exemple. M. Daniel Berthelot présente, dans sa courte brochure, très clairement, l'état actuel de la question; après une courte préface où l'importance du phénomène est bien mise en évidence, viennent des monographies très substantielles où l'auteur passe en revue les divers corps, métalloïdes ou métaux, qui possèdent des états allotropiques. Citons particulièrement les études sur le fer, le nickel, le cobalt, le soufre, le phosphore, le carbone; relativement à ce dernier corps, des résultats d'une haute portée ont été obtenus il y a quelques années déjà, et M. Daniel Berthelot les expose parfaitement. Une question fondamentale se posait : On pouvait se demander si l'allotropie peut résister à la combinaison, de telle sorte que deux états allotropiques fourniraient deux séries de composés distincts, tant qu'on ne les soumettrait pas à des réactions suffisamment énergiques pour les ramener à un état identique; on se trouverait alors en présence de cas qui approcheraient singulièrement de la transmutation des éléments. MM. Berthelot et Brodie ont découvert, sur les graphites et les composés qui en dérivent, des faits capitaux dans cet ordre d'idées : les graphites soumis à l'action d'un agent oxydant donnent des oxydes graphitiques spéciaux pour chaque variété de graphite, et chacun de ces oxydes graphitiques produit des dérivés spéciaux qui le régénèrent et ce n'est que par une oxydation beaucoup plus profonde qu'on les ramène tous à l'état d'acide carbonique. Dans un dernier chapitre, l'auteur résume les divers faits connus, montre les résultats acquis, insiste sur les conséquences scientifiques ou philosophiques; il montre comment le fait que les transformations isomériques sont accompagnées d'un dégagement de chaleur permet de comprendre comment un même corps simple acquiert des propriétés nouvelles sans que sa masse se modifie : c'est là le point acquis; quant aux modifications internes de structure qui se traduisent au dehors par les états allotropiques, on ne saurait les expliquer avec certitude, on est réduit à des hypothèses qui échappent, presque toujours, au contrôle de l'expérience directe.

Lucien Poincaré.

Pionchon (M. J.), *Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — **Electricité industrielle.** *Cours fondé par la Société des Amis de l'Université. Première année* (1893-94) : **Leçons sur les notions fondamentales relatives à l'Étude et à la Mesure de l'Energie électrique.** — *Un vol. in-8°, de 300 p. avec fig. J. Laurens, Bordeaux,* 1895.

Dans sa leçon d'ouverture, M. Pionchon expose nettement le programme de cette première année d'enseignement (le cours comprend douze leçons). Il veut « initier ses auditeurs à la connaissance des faits d'où procèdent les nombreuses notions impliquées dans l'étude et la mesure de l'énergie électrique ». C'est dire qu'il ne faudra pas chercher encore, dans ce volume, de l'électricité industrielle proprement dite, bien qu'un appendice renferme des renseignements sur l'étalonnage des ampèremètres et des voltmètres industriels, et des données numériques.

Le développement qu'on peut donner aux principes mêmes de la science dans un cours d'électricité appliquée, dépend évidemment du temps dont on dispose. M. Pionchon a pu consacrer six leçons à l'électrostatique. Ce ne sont pas les lecteurs de son livre qui s'en plaindront. Les titres des chapitres indiquent bien d'eux-mêmes dans quel esprit l'œuvre est conçue. Notion de charge électrique ou de quantité d'électricité. — Notion de tension électrique. — Notion de potentiel électrique. — Notion de capacité électrique. — Comment nous sommes conduits à l'idée de la grandeur qu'il s'agit de définir et de mesurer, à quelle réalité physique elle correspond, comment on passe d'une notion première purement qualitative à la véritable définition scientifique, c'est ce que l'auteur expose en un langage facile et limpide, dans des pages qui peuvent être lues par toute personne possédant les premiers éléments de l'algèbre, et qui seront lues avec fruit par tous ceux qui ont à enseigner ces débuts de l'électrostatique.

Les leçons suivantes sont consacrées à l'électrocinétique et aux idées générales sur les générateurs et récepteurs d'énergie électrique. Bernard Brunhes.

Brunel (Georges). — **La Photographie pour tous.** — *1 vol. grand in-8° de 630 pages avec 330 fig. et 18 planches hors texte (Prix 12 francs.) Geoffroy, éditeur, 222, boulevard Saint-Germain, Paris,* 1895.

A notre époque, la Photographie est devenue un auxiliaire indispensable, aussi bien à l'homme de science qu'à l'artiste ou au simple curieux. C'est en s'inspirant de ce besoin réel que M. G. Brunel vient de publier son ouvrage : *La photographie pour tous.* Écrit dans un style concis et clair, ce livre est divisé en sept parties qui traitent successivement : de la pratique photographique (appareils, laboratoire, opérations, pose, développement, fixage, lavage, préparation des positifs, cause des insuccès), du matériel photographique (appareils, obturateurs, objectifs, pieds, châssis, lampes), de la théorie de la photographie, de son histoire, de son application aux sciences, aux arts et à l'industrie. On trouve encore dans ce volume un recueil de formules photographiques et un index détaillé.

3° Sciences naturelles.

Bateson (William), *Fellow of St-John's College, Cambridge.* — **Materials for the study of Variation treated with especial regard to discontinuity in the origin of species.** — *Un vol. in-8° de 598 pages, avec 209 figures dans le texte. (Cartonné, 26 fr. 25). Macmillan and Co., Londres et New-York,* 1895.

Convaincu avec raison que l'étude soignée de la variation aidera beaucoup à la solution du problème de l'origine des espèces, M. Bateson a entrepris de rassembler tous les cas connus de variation animale (y compris les monstres doubles ou triples viables, qui ne sont aussi que des variations), de façon que les conséquences découlent d'elles-mêmes de cette masse de faits accumulés et coordonnés. D'où le titre modeste : *Materials for the study of variation.* C'est une œuvre considérable, de haute portée, qui reprend et complète très heureusement les travaux de Darwin devenus insuffisants; nous verrons plus loin qu'elle combat d'une façon décisive quelques-unes des doctrines les plus en faveur, notamment celle de l'atavisme.

Ce livre se divise naturellement en deux parties : 1° la collection des cas de variation; 2° les conséquences théoriques.

Un caractère très universel des êtres vivants, c'est que tout le corps ou certaines parties du corps sont divisés en parties plus ou moins semblables, qui se répètent plus ou moins régulièrement dans un ordre donné : ainsi les phalanges d'un doigt, les dents d'un Vertébré, les anneaux d'un Insecte, les pétales d'une fleur, etc. M. Bateson désigne sous le nom de

mérisme ce phénomène général de la répétition des parties. Toutes les variations qui se présentent dans ces parties répétées, tous les dérangements de la symétrie habituelle, forment un grand groupe de *variation méristique* (Exemple : fleur de Tulipe tétramère au lieu d'être trimère, tarse de Blatte à quatre articles au lieu de cinq, femme à mamelles surnuméraires, polydactylisme, dents supplémentaires ou absentes, etc.). A signaler encore dans cette catégorie une variation bien singulière que M. Bateson désigne sous le nom d'*Homœosis* (métamorphose de Gœthe) : un appendice donné prend la forme d'un autre appendice de la même série, de constitution et de fonction toutes différentes. (Exemple : pétales prenant l'apparence de feuilles ou d'étamines, œil d'un Crustacé remplacé par une antenne, antenne d'Insecte transformée en patte, etc.)

Une seconde sorte de variation, dite *substantive*, groupe provisoirement toutes les variations de substance (taille, couleurs et marques colorées, variétés dextres ou senestres, poils des mérinos, etc.). Les faits rassemblés par M. Bateson, en nombre considérable et abondamment illustrés, se rapportent presque tous à la variation méristique envisagée chez tous les animaux, domestiques et sauvages ; et à cette occasion, il démontre que les animaux sauvages présentent tout autant de variations que les domestiques, contrairement à l'opinion reçue. Je ne saurais trop louer l'auteur pour la méthode et la conscience qu'il a apportées dans la collection des faits, épars dans toutes les publications et très difficiles à grouper ; les chapitres relatifs aux vertèbres et aux côtes, aux dents des Mammifères, aux membres et doigts, aux appendices des Arthropodes, sont particulièrement développés et complets. Tous ceux qui s'occupent tant soit peu de variation trouveront là une mine de renseignements précieux et sûrs, rédigés de première main, avec toutes les indications bibliographiques désirables.

J'espère que M. Bateson complètera son œuvre en nous donnant un livre semblable sur la variation substantive, encore moins connue que la variation méristique.

Quant aux conséquences théoriques de son travail, M. Bateson en exprime quelques-unes d'une façon un peu dubitative et nuageuse (nouvelle conception de l'homologie, non-répétition de la phylogénie par l'ontogénie, influence de la symétrie sur la variation, etc.); je ne résumerai que deux points d'une haute importance :

1° Discontinuité de la variation. Comme on sait, Darwin avait admis que la variation spécifique était généralement très lente et graduelle, et que c'était la sélection naturelle qui, à chaque génération, conservait les petites variations favorables ; celles-ci s'accumulaient peu à peu jusqu'à former un type spécifique distinct. Bateson, reprenant les idées exprimées vaguement par Wallace et d'autres auteurs, montre au contraire que la variation est presque toujours discontinue, subite, pour employer l'expression française, c'est-à-dire que de parents normaux sort brusquement une variation notable, parfaite en elle-même, sans qu'il y ait eu aucun intermédiaire entre celle-ci et le type normal; cela est surtout bien net dans la variation méristique. Ainsi, la Tulipe, typiquement à fleur trimère, peut donner des « sports » qui sont tétramères ; il n'y a et il ne peut y avoir aucun intermédiaire entre les deux fleurs, et il est évident que la Tulipe tétramère est aussi parfaite en son genre qu'une Tulipe normale. Même raisonnement dans le cas des mamelles surnuméraires, du polydactylisme ou du syndactylisme, etc. La discontinuité de la variation une fois admise, cela supprime bien des difficultés ; il n'y a plus à se demander comment la sélection naturelle peut conserver des variations très petites et par suite peu ou point utiles ; il n'est plus besoin d'exiger un temps extrêmement long pour la formation des espèces ; enfin cette discontinuité de la variation rend parfaitement compte de la discontinuité des espèces, qui est un fait absolument évident.

2° Suppression de l'atavisme. On a assez joué de l'atavisme ou réversion pour que ce terme soit bien connu de tous. Toutes les fois que, dans un organe donné, une anomalie rappelait un état existant ailleurs, on la considérait comme un cas d'atavisme, c'est-à-dire comme le retour matériel, la réapparition de l'organe tel qu'il existait chez l'un des ancêtres de l'animal considéré ; ainsi une femme a deux utérus séparés comme chez un Marsupial, au lieu d'un seul : retour atavique de l'utérus d'un ancêtre se rapprochant des Marsupiaux actuels ; une femme a des mamelles surnuméraires comme un Carnivore : retour atavique d'un ancêtre muni de nombreuses mamelles, etc. On a été si loin dans cette voie qu'on a cherché des explications ataviques pour toutes les anomalies musculaires, nerveuses ou vasculaires de l'homme, et naturellement on en a trouvé. Mais, si l'on admet l'atavisme, on crée une énorme difficulté à la théorie de l'hérédité : il faut absolument que celle-ci rende compte du *lien matériel* qui unit ainsi l'animal actuel à tous ses ancêtres, quelque éloignés qu'ils soient, même par des milliers de siècles.

Bateson, et je partage absolument sa manière de voir, nie à peu près complètement l'atavisme. Par exemple, le Cheval dont les membres sont terminés normalement par un seul doigt muni de sabot, peut avoir à titre de variation deux doigts égaux et symétriques comme ceux d'un Mouton, ou bien un grand doigt accompagné d'un plus petit muni d'un sabot, ou encore trois doigts égaux. Toutes ces variations sont également parfaites ; or, il est certain que les deux premières ne peuvent avoir une signification atavique, car jamais un ancêtre du Cheval n'a pu avoir deux doigts égaux munis de sabots. Si l'on admet que le polydactylisme, rappelant les nageoires des Poissons, a une signification atavique, pourquoi la dénier au syndactylisme, qui est une variation évidemment du même ordre ? Or il est impossible que les ancêtres de l'homme aient eu à la fois moins et plus de cinq doigts. Si l'on interprète comme ataviques certaines variations musculaires de l'Homme, rappelant ce qui existe chez divers Mammifères, Reptiles ou Oiseaux (!), on est forcé d'étendre cette interprétation à toutes les anomalies musculaires, ce qui amène à l'absurde. Rien n'autorise à diviser les variations en ataviques et non ataviques : car toutes les variations constituent évidemment une seule classe de phénomènes inséparables.

Il n'y a donc pas d'atavisme, au moins pour les ancêtres éloignés ; il n'y a que des variations plus ou moins profondes, plus ou moins parfaites, qui peuvent s'exercer dans tous les sens. Cela simplifie considérablement la théorie de l'hérédité.

En terminant cette analyse, je ferai remarquer, bien que M. Bateson n'ait pas touché ce point, combien les faits qu'il expose sont d'accord avec la récente théorie de Weismann sur le processus du développement ; les cas d'homœosis et un grand nombre d'anomalies multiples en constituent presque la preuve expérimentale. Mon seul regret, après avoir lu ce livre, c'est de constater notre infériorité vis-à-vis des Anglais et des Allemands dans le magnifique développement de la doctrine transformiste ; il n'est peut-être pas suffisant de vivre sur la réputation de Lamarck et de Geoffroy Saint-Hilaire [1].

L. Cuénot.

[1] Cette prétendue *infériorité* des Français est-elle bien réelle? Nous ne le pensons pas : s'il est vrai qu'en ces dernières années Anglais et Allemands ont émis beaucoup d'hypothèses sur le mécanisme de la variation et de la descendance, c'est aussi bien en France qu'en Angleterre et en Allemagne que les *faits* les plus propres à éclairer ces difficiles problèmes ont été établis. Est-il besoin de rappeler les beaux travaux de notre compatriote Léon Guignard? Ce sont les observations de ce savant, celles de Strasburger et de Flemming, qui ont apporté un commencement d'explication anatomique (et non pas hypothétique) au phénomène biologique de l'hérédité. Quoi qu'il advienne, d'ailleurs, des vues que de tels travaux peuvent suggérer, ils n'en constituent pas moins le premier apport *positif* que la science ait eu à enregistrer sur ces questions. Cet apport vaut, à nos yeux, plus que toutes les théories. (*Note de la Direction.*)

4° Sciences médicales.

Baudron (Dr Emile), *Ancien interne.* — **De l'hystérectomie vaginale** *appliquée au traitement chirurgical des lésions bilatérales des annexes de l'utérus.* (*Opération de Péan*). (*Etude basée sur les observations du* Dr *P. Segond, prof. agrégé, médecin de la maison municipale de Santé*). — *Un vol. in-8° de 400 p. avec 38 fig.* (*Prix : 10 fr.*). *Société d'éditions scientifiques. Paris*, 1894.

Le livre de M. Baudron, écrit en vue de faire l'apologie de la voie vaginale appliquée au traitement des affections des annexes, est intéressant en ce qu'il nous donne l'exposé complet de la pratique d'un chirurgien expert, de son maître P. Segond. On y trouve la description des divers manuels opératoires préconisés. Malgré son vif désir d'arriver à poser en conclusion que « l'hystérectomie vaginale est indiquée dans tous les cas de lésions annexielles bilatérales », M. Baudron donne quelques statistiques de chirurgiens opérant par l'abdomen, ce qui nous a permis de constater que, contrairement aux conclusions de l'auteur, il est actuellement plus prudent pour les femmes de se faire opérer par le ventre que par le vagin. Nous y voyons, en effet, que, tandis que la voie vaginale, avec ses derniers perfectionnements, donne entre les mains de M. Segond une mortalité de 0,60 0/0, la voie abdominale entre les mains de mon maître le professeur Terrier ou entre les miennes ne donne que 2,70 0/0 de mortalité, dans les cas suppurés. Aussi ne comprenons-nous pas l'aveuglement de l'auteur. N'empêche que cette thèse est des plus intéressantes à lire pour les partisans de la voie abdominale : car elle leur montre, à eux qu'on a quelque peu accusés, dans des conciliabules d'opinion rétrograde, que leur méthode est encore défendable. Il était intéressant de le constater à la lecture d'un travail qui certes n'avait pas été écrit pour l'établir.

Dr Henri Hartmann.

Bérenger-Féraud (L.-J.-B.), *Ancien Président du Conseil supérieur de Santé de la Marine.* — **Leçons cliniques sur les Tænias de l'Homme.** — 2e édition, *1 vol. in-8° de 560 p. avec 51 fig.* (*Prix : 12 fr.*). *O. Doin, éditeur. Paris*, 1894.

Nous assistons à un réveil de l'helminthologie : depuis dix à douze ans, on l'enseigne dans nos écoles de médecine, sinon d'une façon officielle (puisqu'elle n'est encore consacrée par aucune chaire[1], malgré l'importance considérable qu'elle a prise) tout au moins d'une façon officieuse : les cours où on l'enseigne attirent des auditeurs nombreux et attentifs et, chose plus rare, les livres qui lui sont consacrés ont un assez grand succès de librairie pour voir se lever l'aurore de la deuxième édition. Tel est le cas pour le présent ouvrage. Faut-il conclure de là qu'il ait une valeur ou une importance exceptionnelles ? qu'il soit le fruit de longues et patientes observations personnelles ? qu'il nous renseigne avec précision sur l'état présent de la science ? qu'il ait coûté à son auteur de pénibles recherches bibliographiques ? Rien de tout cela.

Sans doute, cet ouvrage a bien son mérite, mais la partie vraiment originale tiendrait en peu de pages : elle consiste essentiellement en tableaux montrant la fréquence du Ténia dans les hôpitaux des armées de terre et de mer, tant en France qu'en Algérie, pendant les années 1881 à 1890; la Tunisie et le Sénégal sont aussi passés en revue. Ces statistiques, dressées avec grand soin, sont très instructives; elles ont malheureusement le tort de n'établir aucune distinction entre le Ténia inerme et le Ténia armé; mais le reproche ne saurait en être adressé à l'auteur, qui, tirant ses renseignements des registres des hôpitaux militaires, n'a pas eu la possibilité de contrôler la nature des Vers énumérés.

L'impartialité me fait un devoir de dire que la partie zoologique de ce livre (et elle est importante, puisqu'elle en occupe à peu près la moitié) n'est guère au courant de la science actuelle. L'auteur méconnaît l'identité des *Tænia cucumerina* et *elliptica ;* il admet, sur l'insuffisante affirmation de Vital, l'existence du *Tænia serrata* chez l'Homme ; il ignore totalement les observations faites, ces années dernières, par M. Leuckart et par moi-même sur le *Tænia madagascariensis ;* il énumère comme espèces distinctes le Ténia algérien, le Ténia du Cap de Bonne-Espérance, le *Tænia abietina*, le Ténia nègre, qui ne méritent aucunement cette qualification, ainsi que tous les helminthologistes s'accordent à le reconnaître. De même encore, il admet le *Tænia tenella*, le *T. lophosoma* et le Ténia des tropiques, qu'il range avec le *T. flavopunctata* parmi les « types indéterminés ». Or, rien n'est mieux déterminé : on sait que les deux premiers types sont des anomalies, que le troisième est identique au *Tænia saginata* et que le dernier rentre dans le genre *Hymenolepis*.

Je n'insiste pas sur un nombre considérable de fautes d'impression, intéressant presque exclusivement les noms d'auteurs, et montrant ainsi que M. Bérenger-Féraud n'est guère familiarisé avec la lecture de ceux-ci. En effet, quand un ouvrage récent expose avec détails et de façon soigneuse une revue complète des auteurs, anciens et modernes, nationaux et étrangers, à quoi bon se donner la peine de recommencer un semblable travail, qui exige des années d'un labeur assidu, qui ne va pas sans la connaissance d'un certain nombre de langues vivantes et dont la fastidieuse monotonie pourrait décourager les plus zélés ? N'est-il pas plus simple de « s'assimiler » la besogne déjà faite, de la découper en tranches et de l'éparpiller dans un livre dont, de la sorte, le nombre de pages peut doubler sans trop de difficulté, d'une édition à l'autre ? J'aurais mauvaise grâce à insister sur ce détail, qui n'a guère d'intérêt que pour deux personnes, l'assimilateur et l'assimilé. La seconde moitié du livre est consacrée à l'étude symptomatologique de l'helminthiase. C'est la partie la plus originale, encore que Davaine nous ait donné, dans son *Traité des Entozoaires*, des chapitres analogues qui ne le cèdent à ceux-ci ni par la précision des démonstrations ni par l'heureux choix des observations mentionnées. Les chapitres consacrés à l'écorce de racine de Grenadier, à l'extrait éthéré de Fougère mâle, au Cousso et à la graine de Courge, sont intéressants et résultent évidemment d'une longue et fréquente pratique. Mais pourquoi étudier si longuement, en plus de cent pages, une foule de ténifuges douteux ou notoirement inefficaces ? Il eût mieux valu développer le chapitre traitant de la ladrerie, qui nous semble tout à fait insuffisant.

Dr R. Blanchard.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie. *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, — paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs.* 507e *et* 508e *livraisons.* (*Prix de chaque livraison, 1 fr.*) *H. Ladmirault et Cie*, 61, *rue de Rennes, Paris*, 1895.

A signaler dans les 507e et 508e livraisons des articles sur la planète *Jupiter* par M. L. Barré ; sur la chaîne du *Jura* et sur le département du même nom ; sur le terrain *jurassique*, sa faune et sa flore, ses principaux facies et ses subdivisions, par notre distingué collaborateur M. Emile Haug ; sur la *juridiction*, par M. E. H. Vollet et sur la *jurisprudence*, par M. E. Glasson ; sur le *Jute*, par M. L. Knab.

[1] Depuis que ces lignes sont écrites, il a été créé à la Faculté de Médecine de Lille, une chaire d'histoire naturelle des parasites : c'est la première chaire de parasitologie fondée en France. Nous saluons avec une vive satisfaction cette innovation, qui, nous l'espérons du moins, dans l'intérêt de la science, devra être appliquée tôt ou tard aux autres Facultés de Médecine, et notamment à celle de Paris. Nous pensons toutefois qu'il vaudrait mieux dédoubler purement et simplement les chaires d'histoire naturelle en chaires de zoologie (comprenant la parasitologie) et de botanique.

(*Note de la Rédaction.*)

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 31 Décembre 1894.

M. **Richthofen** est nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie en remplacement de M. Kokscharow. — M. **V. Damato** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à une place de correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie. — M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. **Stietljes**. — Plusieurs lauréats adressent leurs remerciements pour les distinctions accordées à leurs travaux.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Deslandres** communique le résultat de ses observations de l'étoile ζ Hercule; ces résultats confirment le mouvement considérable de cette étoile par rapport au soleil. — M. **Picard** lit un rapport sur un mémoire de M. **Riquier** « sur l'existence des intégrales dans un système différentiel quelconque et sur la réduction d'un semblable système à une forme linéaire et complètement intégrable de premier ordre ». Le rapporteur conclut à l'insertion de ce travail dans le *Recueil* des mémoires des savants étrangers. — M. **Walther Dyck** adresse un travail important relatif à la détermination du nombre des racines communes à un système d'équations simultanées et sur le calcul de la somme des valeurs d'une fonction en ces points. — M. **R. Perrin** expose un ensemble de remarques qui permettent de simplifier notablement la résolution des équations numériques au moyen des suites récurrentes. — M. **N. Bougaïef** considère l'intégrale définie suivant les diviseurs $\sum_{a,(n)}^{b} \theta(d)$ qui est une somme des fonctions $\theta(d)$ prises pour tous les diviseurs d du nombre entier n entre les limites a et b inclusivement, et montre que la théorie de ces intégrales, intimement liée avec la théorie des intégrales numériques suivant les diviseurs, donne des lois numériques nouvelles pour la théorie des fonctions discontinues.

2° Sciences physiques. — M. **R. Colson**, par l'étude de la propagation et des interférences d'ondes électriques de basse fréquence, est arrivé à des conséquences importantes relatives à l'emploi des courants alternatifs et du téléphone pour la mesure des résistances; l'auteur signale les erreurs graves auxquelles est sujet ce procédé de mesure, et met en évidence les précautions qui permettent de s'en affranchir. — M. **Henri Moissan** a étudié les conditions de formation du graphite dans le fer, en faisant varier la température et la pression; il tire les conclusions suivantes : 1° à la pression ordinaire, le graphite est d'autant plus pur qu'il est formé à une température plus élevée; 2° ce graphite est d'autant plus stable, en présence d'acide nitrique et du chlorate de potassium, qu'il a été produit à plus haute température; 3° sous l'influence de la pression, les cristaux et les masses de graphite prennent l'aspect d'une matière fondue; 4° la petite quantité d'hydrogène contenue diminue quand la pureté augmente : un graphite chauffé dans le vide ne donne pas d'eau par sa combustion; 5° l'attaque de la fonte par les acides donne des composés hydrogénés et oxygénés qui résistent à la température du rouge sombre et se détruisent par la combustion. — M. **Villiers** montre que le sulfure de nickel, au moment de sa formation, se comporte, vis-à-vis le sulfure de sodium, autrement que le sulfure précipité; la différence des propriétés s'explique par une modification moléculaire. Le sulfure de cobalt donne lieu aux mêmes remarques quand on le prépare avec des solutions très diluées. — M. **de Forcrand** a étudié l'action du carbure de calcium C^2Ca sur l'alcool absolu en tube scellé à 180°; il semble qu'il devrait se former de l'acétylène et de l'éthylate de calcium; mais, en réalité, l'auteur a obtenu de l'acétylène, un carbure éthylénique et plusieurs centièmes de formène, en même temps que certaines combinaisons du type $nCaO + nC^2H^6O$, dont l'une serait $3CaO + 4C^2H^6O$, et l'autre $CaO + C^2H^6O$. — MM. **E. Jungfleich** et **E. Léger** donnent les résultats de l'étude de l'oxycinchonine-β; ils font connaître son mode de préparation, ses propriétés physiques et chimiques, celles de ses sels, de ses dérivés alkylés ainsi que de ses éthers acétique et benzoïque et de leurs dérivés. — M. **A. Brochet** a étudié l'action du chlore sur les alcools secondaires en opérant sur les alcools isopropylique et octylique secondaire; la réaction est très simple et donne, avec les alcools $R.CHOH.CH^3$, des acétones de forme $R.CO.CCl^3$, où le radical se chlore d'après ses affinités propres. — MM. **H. Parenty** et **E. Grasset** ont pu réaliser industriellement la préparation de sels cristallisés de la nicotine; ils ont surtout fait l'étude physique et chimique du quadroxalate $2(C^2O^4)H^4,C^{10}H^{14}Az^2$ et comparé son action physiologique à celle de la nicotine. Ce sel est huit fois moins vénéneux que la nicotine caustique, tout en conservant dans ses effets physiologiques les mêmes caractères généraux. — M. **Adolphe Renard** a trouvé dans les produits de la distillation du goudron de pin passant au-dessus de 300°, un mélange de bitérébenthyle $C^{20}H^{30}$, bouillant à 332-338°, et de bitérébenthylène $C^{20}H^{28}$, bouillant à 340-345°; ces deux hydrocarbures sont facilement séparés par un traitement à l'acide sulfurique; les produits ultimes de la distillation contiennent le rétène, qu'il est facile d'isoler par expression et cristallisation dans l'alcool. Enfin, la créosote de pin présente, au point de vue de sa teneur en gaïacol, une composition intermédiaire entre la créosote de hêtre et celle du chêne. — M. **Foveau de Courmelles** adresse une note intitulée : « Contributions à l'étude de l'ozone. »

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Perrin** présente quelques remarques sur les muscles et les os du membre postérieur de l'*Hatteria punctata;* ils appartiennent bien au type saurien, mais présentent néanmoins quelques caractères spéciaux qui rappellent qu'on est en présence d'une espèce ancienne peu modifiée; la présence de cinq tarsaliens rapproche ce genre du *Palæohatteria*. — M. **Le Dantec** fait des études comparatives sur les Rhizopodes lobés et réticulés d'eau douce. Les observations ont porté surtout sur l'*Amoeba proteus* et la *Gromia fluviatilis*. Il conclut que le milieu protoplasmique est très peu différencié et très peu séparé du milieu extérieur chez les Gromies; il en est, au contraire, séparé fortement, chez les Amibes, par une couche externe à tension superficielle considérable. — M. **Charles Janet** a observé, sur les nids de la *Vespa crabro* L., l'ordre d'apparition des premiers alvéoles. — MM. **Haug** et **Kilian** ont examiné les lambeaux de recouvrement de l'Ubaye, et ont constaté que ce sont les témoins d'un grand pli couché de terrains à faciès briançonnais, refoulé vers le sud-ouest sur un soubassement de terrains à faciès dauphinois; sa racine est cachée sous la zone du Flysch. — M. **Renard** a observé quelques conditions de propagation de la fièvre typhoïde, du choléra et du typhus exanthématique dans l'armée. Lorsque les troupes sont abreuvées en eau de source ou en eau filtrée, la mortalité due à ces maladies diminue considérablement.

J. Martin.

Séance du 7 Janvier 1895.

M. **Cornu** est élu vice-président pour l'année 1895. — MM. **Fizeau** et **Daubrée** sont élus membres de la commission administrative pour l'année 1895. — M. **Maurice Lœwy**, président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les membres et les correspondants pendant le cours de l'année 1894. — M. **Matheron** est nommé correspondant de la Section de Minéralogie en remplacement de M. Scacchi. — La Section de Minéralogie présente la liste suivante des candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. Mallard : 1° M. Hautefeuille; 2° MM. Barrois, Marcel Bertrand, de Lapparent, Michel Lévy. — **L'Ambassade impériale de Russie** adresse à M. le Président une lettre remerciant l'Institut, au nom de S. M. l'Empereur Nicolas II, de la part qu'il a prise au deuil de la Russie à la suite de la mort de S. M. l'Empereur Alexandre III. — M. **le Ministre de l'Instruction publique** adresse une lettre relative à la cérémonie célébrée récemment en l'honneur de M. **de Helmholtz**. M. Berthelot annonce qu'une souscription est ouverte à Berlin pour l'érection d'un monument à M. **de Helmholtz**. — MM. **Blanc**, **Le Châtelier**, **Willotte**, adressent des remerciements pour les distinctions accordées à leurs travaux. — Mme veuve Elliot demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par son mari, feu M. **Elliot**. Ce pli contient une analyse du travail de M. Elliot, qui a été honoré d'une mention dans la dernière séance publique.

1° Sciences mathématiques. — M. le secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, la 30e année du « *Journal du Ciel* », publié par M. **Joseph Vinot**. — M. **H. West** adresse une note intitulée : « Pourquoi les chats retombent-ils toujours sur leurs pattes? » — M. **A. Gaillot**, après avoir reconnu que les tables du mouvement de Saturne, construites par Le Verrier et fondées sur les résultats que lui a donnés la méthode d'interpolation, représentent imparfaitement les observations antérieures à leur publication, et plus imparfaitement encore celles qui ont été faites dans les années suivantes, a cherché l'explication de cette anomalie et trouvé une omission grave dans les formules utilisées par Le Verrier. L'auteur énumère les modifications qu'il convient de faire subir à la partie des tables représentant les perturbations dues aux actions réciproques de Jupiter et de Saturne, en même temps qu'il introduit de nouveaux termes correctifs pour tenir compte des perturbations dues à l'action directe d'Uranus ou aux actions combinées d'Uranus et de Neptune, et d'Uranus et de Jupiter. — M. **N. Coculesco** continue l'exposé des raisonnements qui le conduisent au développement approché de la fonction perturbatrice. — M. **Walter Dyck** applique sa méthode exposée dans la dernière séance à la résolution de quelques problèmes et en particulier à la détermination des racines communes à plusieurs équations. — M. **A.-J. Stodolkievitz** expose quelques considérations sur la théorie du système des équations différentielles et applique ses résultats à la résolution du système :

$$\begin{aligned} dx_1 &= X_{1,1}\,dx_1 + X_{1,2}\,dx_2 + X_{1,3}\,dx_3 \\ dx_2 &= X_{2,1}\,dx_1 + X_{2,2}\,dx_2 + X_{2,3}\,dx_3 \\ dx_3 &= X_{3,1}\,dx_1 + X_{3,2}\,dx_2 + X_{3,3}\,dx_3. \end{aligned}$$

— M. **Demeczky** cherche la condition nécessaire et suffisante pour que deux substitutions A et B, échangeables entre elles, de forme quelconque, d'ordre n et n', soit des puissances d'une même substitution R; il faut, et il suffit que les membres λ et μ soient premiers entre eux (λ et μ sont les exposants entiers des premières puissances de A et B qui sont en même temps des puissances de B et A); il y a alors ? (N) substitutions R entre les subtitutions de forme $A^x B^y$, N désignant le plus petit multiple commun d'ordres n et n'.

2° Sciences physiques. — M. **Th. Moureaux** donne la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1895, déterminée aux observatoires du parc Saint-Maur et de Perpignan. — M. **Raoul Pictet** a constaté que des traces d'impureté suffisaient pour faire varier, dans des limites très étendues la température critique. Cette dernière s'élève dix à soixante fois plus que la température d'ébullition du même liquide dans les mêmes conditions, mais la variation a toujours lieu dans le même sens pour ces deux températures. L'observation directe du point critique d'un liquide est donc une méthode des plus sensibles pour constater la pureté de celui-ci. — M. **A. Delebecque** a continué ses recherches par les lacs français dans les Alpes, l'Aubrac et les Pyrénées, en déterminant leur profondeur, leur altitude, la quantité de matières dissoutes, la transparence des eaux et la nature des terrains environnants. — M. **Henri Moissan** a reconnu qu'une élévation de température assez grande amène une variété quelconque de carbone à la forme de graphite foisonnant ou non foisonnant; certains composés, en particulier les corps iodés, peuvent déterminer cette transformation à plus basse température, comme M. Berthelot l'a démontré; mais ces réactions permettent simplement, comme celle de l'iode sur le phosphore, de produire le phénomène de polymérisation à une température plus basse sans en changer le sens général. Le graphite est la variété de carbone stable à haute température. — M. **A. Villiers** utilise les différences très nettes constatées dans l'action de l'hydrogène sulfuré sur les sels de nickel et sur les sels de cobalt pour rechercher qualitativement en quelques minutes les plus petites quantités de nickel en présence d'un grand excès de cobalt. Mais la séparation du sulfure de cobalt déterminant l'entraînement d'une fraction de nickel, cette réation ne peut être utilisée jusqu'ici pour une séparation quantitative des deux métaux. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Ranvier** présente un travail sur les nerfs vaso-moteurs des veines, et montre expérimentalement que celles-ci sont soumises à ceux-là. — Le Prince **Albert Ier de Monaco** fournit quelques renseignements sur les premières campagnes scientifiques qu'il a faites, avec M. J. de Guerne, sur la « *Princesse-Alice* ». — M. **Armand Sabatier** fournit de nouvelles contributions sur quelques points de la spermatogenèse chez les Sélaciens. — M. **Ét. de Rouville** étudie la genèse de l'épithélium intestinal; il résulte des observations de l'auteur que le tissu conjonctif ne paraît pas uniquement destiné à relier entre eux les différents tissus, mais est aussi capable de jouer un rôle éminemment actif, le rôle de tissu formateur. — M. **Piéri** a effectué quelques recherches physiologiques sur les Lamellibranches (*Tapes decussata* et Tapidés), telles que résistance à l'asphyxie, énergie musculaire et action du milieu extérieur.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 8 Janvier 1895.

M. le **Dr V. Babes** (de Bucarest) adresse une note dans laquelle il réclame la priorité de la découverte de la transmission des propriétés immunisantes et curatives par le sang des animaux immunisés. Dès 1889, avant MM. Behring et Kitasato, Richet et Héricourt (1890), il a montré, en effet (*Ann. de l'Inst. Pasteur*), que l'on peut transmettre aux animaux susceptibles l'immunité contre une maladie infectieuse au moyen du sang des animaux fortement immunisés contre cette maladie, et qu'en outre cette méthode empêche l'éclosion de la maladie même chez les animaux auxquels le virus a été inoculé antérieurement.

Séance du 15 Janvier 1895.

MM. les **Drs Imbert, Leduc, Denigès, Carles** et **Barillé** se portent candidats au titre de Correspondant national dans la Division de Pharmacie, Physique et

Chimie médicales. — M. Motet est élu membre titulaire dans la Section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police sanitaire. — M. A. Pinard présente une note destinée à servir à l'appréciation de la valeur comparative des différents procédés employés dans le but de ranimer les enfants nés en état de mort apparente. Dans un grand nombre de cas observés à l'hôpital Baudelocque, l'insufflation et la flagellation ont suffi à ramener les nouveau-nés à la vie; ce n'est que dans quelques cas où cette méthode s'est trouvée insuffisante qu'on a dû employer les tractions rythmées de la langue. — M. G. Colin (d'Alfort) présente plusieurs critiques au sujet des dernières expériences de MM. Laveran et Regnard sur la pathogénie du coup de chaleur. Il croit que les conditions dans lesquelles les auteurs se sont placés ne peuvent être assimilées aux conditions dans lesquelles se produit, en général, le coup de chaleur chez l'homme. — M. le Dr Clozier (de Beauvais) lit un travail sur les zones histérogènes et les zones histéroclasiques. — M. le Dr Backer lit un mémoire sur les propriétés inhérentes à certains ferments figurés purs. — M. le Dr Mouchet (de Sens) lit un travail sur l'élongation des nerfs dans les paralysies post-traumatiques.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 29 Décembre 1894.

M. Charrin a observé l'action des injections de suc thyroïdien comme traitement de l'obésité. L'amaigrissement ne se produit que dans quelques cas. — MM. Auché et Jonchère communiquent le résultat de leurs recherches sur la toxicité urinaire dans la variole; elle augmente notablement pendant la défervescence. — MM. Henriquez et Hallion étudient sur le chien l'empoisonnement par les toxines diphtériques et établissent l'existence d'une période d'incubation. — M. Lion a observé un malade atteint d'hémoglobinurie, et d'hémoglobinhémie; la cause de la maladie était due à une infection par le *proteus vulgaris*. — MM. Dastre, Gley et Malassez présentent quelques observations. — MM. Widal et Besançon ont produit expérimentalement chez un cobaye, une cirrhose tuberculeuse généralisée, par injection d'un produit de tuberculose humaine présentant un degré de virulence très atténuée. — M. Mosny étudie l'influence sur le pneumocoque de son association avec le staphylocoque pyogène doré. — M. Retterer a étudié embryogéniquement la formation des cavités articulaires. — MM. Hallion et Comte ont observé, par une nouvelle méthode, les réflexes vasculaires qui se manifestent dans les extrémités, à la suite des exécrations sensitives et psychiques. — M. P. Bonnier présente une note sur la tension des liquides céphalo-rachidien et labyrinthique.

Séance du 12 Janvier 1895.

MM. Richet et Héricourt présentent une nouvelle série d'expériences sur la sérothérapie dans la tuberculose, qui confirment absolument leurs premiers essais. Des injections de sérum immunisant, pratiquées sur une malade gravement atteinte, ont amené une amélioration profonde dans l'état général. Les auteurs poursuivent activement leurs expériences. Ils disent aussi quelques mots d'un essai de sérothérapie antisyphilitique. — M. Féré a observé la persistance, après la mort, des mouvements du cœur chez des embryons monstrueux. Il a également observé qu'en injectant dans l'œuf, à dose excessivement faible, des substances qui, à dose élevée, sont tératogènes, le développement de l'embryon n'est plus dévié, mais accéléré. — M. Kaufmann expose de nouvelles expériences relatives à la pathogénie du diabète. — M. Gley présente quelques observations. — M. Mathias-Duval a observé deux anastomoses artério-veineuses des fémorales; cette anomalie doit être considérée comme la persistance d'un état embryonnaire très reculé. — M. Josue communique une observation de ligature du canal thoracique, suivie d'infection d'origine intestinale.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Décembre 1894.

M. Lippmann montre comment sa méthode interférentielle pour la photographie des couleurs permet de reproduire, sous une forme tout aussi démonstrative et beaucoup plus simple, l'expérience fondamentale de M. Otto Wiener sur l'interférence de deux ondes lumineuses polarisées rectilignement, se croisant à angle droit[1]. Cette dernière est, en effet, délicate à répéter et exige une assez grande habileté, car elle nécessite la préparation d'une couche sensible dont l'épaisseur ne soit qu'une faible fraction des longueurs d'ondes lumineuses. M. Lippmann peut opérer avec une couche d'épaisseur ordinaire. Il est nécessaire seulement qu'elle soit sans grains comme les couches employées pour la photographie des couleurs. Comme M. Wiener, il fait tomber sur cette couche sensible, sous une incidence de 45°, un faisceau parallèle de lumière. Pour cela, la plaque est fixée, la couche sensible à l'extérieur, sur la face hypoténuse d'un prisme rectangle isocèle, l'intervalle entre le prisme et la lame étant rempli par de la benzine. Le faisceau, qui tombe normalement sur la face d'entrée du prisme, subit la réflexion totale sur la face externe de la couche, sans qu'il soit besoin d'interposer du mercure en arrière, et l'interférence entre le rayon incident et le rayon réfléchi se produit comme dans l'expérience de M. Wiener. Mais le faisceau n'est plus formé par une lumière monochromatique unique; c'est un spectre complet. De plus, il a été polarisé par un prisme biréfringent de sorte qu'on obtient côte à côte sur la plaque photographique deux spectres, l'un provenant du faisceau dont les vibrations sont normales au plan d'incidence, l'autre, du faisceau dont les vibrations sont dans le plan d'incidence. De ces deux sortes de vibrations, les premières seules sont susceptibles d'interférer, et par suite capables de donner une photographie colorée. L'expérience confirme ces prévisions. Après développement, on constate qu'un seul des deux spectres est coloré, et c'est bien, conformément aux idées de Fresnel, celui qui provient du faisceau polarisé dans le plan d'incidence. M. Lippmann montre combien M. Wiener a passé près de la découverte de la photographie des couleurs. Elle ne lui a échappé qu'à cause de son habileté même, que parce qu'il a réussi à préparer des couches extraordinairement minces. Enfin cette nouvelle expérience de M. Lippmann prouve irréfutablement que sa méthode de photographie des couleurs est bien réellement due à la production des ondes stationnaires. L'auteur signale en terminant que les phénomènes ne sont plus les mêmes avec le papier sensible Poitevin préparé au sous-chlorure d'argent violet. C'est ce même corps avec lequel Becquerel avait obtenu des couleurs fugitives. Les spectres sont alors tous deux colorés. Leur variation d'intensité avec l'incidence et leur aspect par transparence n'offrent plus les mêmes caractères. Certainement ils ne sont pas dus à des phénomènes d'interférence. — M. Raveau présente une observation relative à l'interprétation de l'expérience de M. Wiener. La théorie électromagnétique conduit à considérer dans la lumière deux quantités dirigées ayant chacune un sens physique concret. Dans l'ignorance absolue où nous sommes du mécanisme des actions photochimiques, on est en droit de se demander si toutes les substances sensibles à la lumière sont influencées par la même action et si, en particulier, pour les sels magnétiques, ce ne serait pas la force magnétique qui agirait. Si cette hypothèse était vérifiée, l'expérience de M. Lippmann donnerait des résultats

[1] Voir : 1° le compte rendu de la Société de Physique du 6 février 1891, *Revue* du 15 février 1891, et 2° les numéros 11 et 12, avril-mai 1891, du *Bulletin des Sciences Physiques*, qui contiennent la traduction in extenso du mémoire de M. Wiener, par M. B. Brunhes, avec la planche originale.

inverses. — M. **Lippmann** reconnaît que l'expérience est possible à tenter, car un papier à la gélatine, imprégné de sels de fer, est sensible. — M. **P. Janet** montre que la nouvelle méthode d'étude des courants alternatifs, fondée sur l'inscription électrochimique, et qu'il a exposée dans la séance du 4 mai dernier, permet de déterminer la forme du courant périodique en fonction du temps. La seule méthode connue jusqu'ici est la méthode du contact instantané, due à M. Joubert. M. Janet a déjà montré, en mars 1891, que cette première méthode peut être perfectionnée par l'emploi de la méthode stroboscopique, en rendant mobile le contact. Avant d'entrer dans l'exposé de sa méthode, M. Janet signale d'abord deux expériences curieuses. Lorsqu'on ramène au point de départ le cylindre sur lequel a déjà été produite une inscription et qu'on l'introduit sur le circuit d'une pile et d'un téléphone, on entend dans celui-ci, lorsqu'on fait tourner de nouveau le cylindre, un son musical qui reproduit la fréquence. Peut-être y a-t-il là le germe d'un nouveau phonographe? En second lieu, lorsqu'on éclaire le cylindre sur lequel s'inscrit un courant alternatif, au moyen d'un tube de Geissler dont la bobine est alimentée par le même alternateur, les traits bleus que tracent les styles paraissent immobiles. S'il n'y avait pas identité de périodes, les tracés auraient un déplacement stroboscopique en avant ou en arrière. — M. **Janet** aborde alors l'exposé de sa méthode. La pointe en contact avec le cylindre marque une trace rectiligne, parallèle à l'axe de la courbe sinusoïdale, pendant tout le temps que le potentiel reste supérieur à une valeur déterminée *a*. Supposons une seconde pointe reliée au même point du circuit, mais présentant sur son trajet un accumulateur de force électromotrice *e*. Cette seconde pointe sera portée à un potentiel supérieur à celui de la première de la quantité *e*, et le trait qu'elle inscrira sera plus long que le précédent, et correspondra, pour la courbe du mouvement périodique à étudier, à toute la partie de la période pour laquelle le potentiel est supérieur à $a-e$. De là deux moyens d'obtenir le tracé de la courbe périodique. D'abord on peut faire varier *e* et obtenir un tracé de la courbe par points. Mais on peut aussi obtenir *directement* l'image du courant périodique sur le papier en multipliant le nombre des styles, et faisant varier d'une quantité constante le potentiel entre les styles consécutifs. Cette méthode ne prête qu'à une légère objection que l'auteur signale lui-même : il peut se produire de légères dérivations d'une pointe à l'autre par le cylindre et le papier.

Séance du 5 Janvier 1895.

M. **Guillaume** étudie la question du couplage élastique des moteurs à gaz, dont les avantages, au point de vue de l'atténuation des variations de vitesse du moteur, sont fort discutés. Il étudie le cas où un mouvement vibratoire se communique à une masse par l'intermédiaire d'un fil élastique. Dans le cas où l'énergie s'emmagasine à l'état potentiel dans le fil, il y a régularisation, tandis qu'il n'en est plus de même si elle se transmet à l'état cinétique à la masse ; dans ce cas, au contraire, il y a résonance. Le calcul montre que le mouvement vibratoire se transmet avec la même période, mais l'amplitude est multipliée par un coefficient variable avec la vitesse du moteur. M. Guillaume a construit un appareil propre à mettre en évidence ces variations. Il consiste en une masse suspendue à un fil de caoutchouc dont l'extrémité supérieure est reliée à une bielle de manière à recevoir un mouvement sinusoïdal. Pour de faibles vitesses de la bielle, l'amplitude de la masse est la même que celle de la bielle. Si la vitesse augmente progressivement, l'amplitude de la masse augmente d'abord notablement, puis décroît régulièrement pour devenir presque nulle dans le cas de grandes vitesses. Un second dispositif consiste en une planchette folle sur un axe de rotation, et auquel elle est reliée seulement par un ressort en spirale. L'amplitude du mouvement transmis présente encore les mêmes particularités. L'amortissement, dans le cas de la liaison avec du caoutchouc, est dû à ce que la vitesse de transmission dans le caoutchouc est assez lente et ne dépasse pas 30 à 40 mètres par seconde. Incidemment, M. Guillaume signale que, si la vitesse de transmission de la gravitation n'est pas infinie, une roue qui tourne dans le champ de la gravitation doit arriver au repos. Il signale enfin une nouvelle forme de l'expérience précédente. Une masse suspendue par un fil élastique est reliée en dessous par un autre fil élastique passant sur une poulie, à la bielle de l'appareil précédent. On constate encore que, suivant les valeurs de la vitesse, il y a régularisation ou résonance; mais ces circonstances ne concordent pas avec celles de la planchette reliée par un ressort. Enfin, M. Guillaume présente un abaque permettant de simplifier les calculs. Il est formé d'une série de fils de caoutchouc suspendus entre deux tringles. Sur les fils, on a tracé une sinusoïde. En exerçant une traction sur l'une des tringles, on modifie l'amplitude. — La sirène ordinaire de Cagniard de Latour présente l'inconvénient que l'organe producteur du son est en même temps le moteur. De plus, le son ne devient pur que pour les notes aiguës. En outre, à cause des différences de timbre, il serait bon, pour plus de précision, lorsqu'on compare le son de la sirène à celui d'un autre appareil, de pouvoir faire taire alternativement chacun des deux sons. M. **Pellat** a réalisé une nouvelle sirène dans laquelle les trous sont percés normalement au plateau, et dont le mouvement est produit par un petit moteur électrique. Un rhéostat permet de faire varier la vitesse. Le petit moteur atteint très rapidement une vitesse uniforme, et, par suite, détermine rapidement un son constant. Le bruit de souffle relatif aux sons graves dans la sirène ordinaire, est presque complètement éliminé. La pression d'air nécessaire pour actionner la sirène est très faible. D'ailleurs, la hauteur du son paraît sensiblement indépendante de la pression du courant d'air. — M. **Arnoux** signale, comme un bon moyen pour avoir une vitesse parfaitement régulière, et, par suite, un son très soutenu, de mettre sur le moteur un amortisseur, tel qu'un disque de cuivre rouge. — M. **Pellat** fait une autre communication relative à l'aberration astronomique. Les astronomes de Greenwich ont trouvé que la valeur de l'aberration est la même quand la lunette est pleine d'air ou pleine d'eau. L'explication, fondée sur l'entraînement de l'éther, semble à M. Pellat avoir été présentée jusqu'ici sous une forme trop vague. On peut donner à cette démonstration une forme beaucoup plus rigoureuse que l'auteur développe. Elle repose sur l'application de la formule de Fresnel pour la vitesse d'entraînement de l'éther. Fresnel ne l'a établie théoriquement que dans le cas où le mouvement de la matière a lieu dans la direction de la propagation de la lumière, et M. Fizeau ne l'a aussi vérifiée que dans ce cas. Cependant, M. Pellat l'applique ici dans le cas où les deux mouvements n'ont plus la même direction. Or, cette extension conduisant à une explication rigoureuse du phénomène, il semble que le résultat trouvé par les observateurs de Greenwich démontre la légitimité de l'extension de la formule de Fresnel. — M. **Guillaume** rappelle que M. Michelson a vérifié la formule de Fresnel avec une approximation plus grande que M. Fizeau. — Enfin, M. **Guillaume** signale une expérience d'acoustique offrant quelque analogie avec la découverte de M. Lippmann pour la photographie des couleurs. M. Pierre Chappuis a remarqué que, lorsqu'on frappe le long d'une palissade ou d'une balustrade, on n'a plus un bruit confus, mais un son pur d'une longueur d'onde déterminée. M. Lauriol a fait la même observation au pied de l'escalier de la cathédrale de Bourges. Aussi, M. Guillaume pense-t-il que, si on suspend au-dessus les uns des autres une série de filets à mailles larges, et si l'on produit au-dessous un bruit confus, on devra percevoir un son d'une hauteur bien déterminée. Edgard HAUDIÉ.

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS

Séance du 12 Janvier 1895.

M. **Laisant** expose les projets de congrès mathématiques internationaux proposés par divers savants.

M. **Bioche** donne les définitions géométriques des diverses espèces de surfaces réglées qui admettent pour lignes asymptotiques des cubiques gauches.

Ch. Bioche.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques.

A. Schuster, F. R. S., et William Gannon. — **Détermination de la chaleur spécifique de l'eau en fonction des unités électriques internationales.** — Le principe de la méthode est très simple. Le travail électrique produit dans un conducteur est mesuré par $\int EC dt$, E étant la différence de potentiel entre les extrémités du conducteur, C le courant et t le temps. On maintient la force électromotrice constante et on mesure $\int C dt$ directement à l'aide d'un voltamètre à argent. Il n'est alors pas nécessaire de connaître la résistance du fil, et on évite ainsi la difficulté qu'il y a à évaluer l'excès de la température du fil sur celle de l'eau dans laquelle il est placé. On a aussi l'avantage de ne pas avoir à mesurer le temps et, par suite, de pouvoir effectuer les expériences plus rapidement qu'il ne serait commode de le faire, si l'on devait mesurer avec précision le temps pendant lequel passe le courant.

La valeur finale trouvée est :

J = 4,1804 Joules sur l'échelle du thermomètre à mercure en verre français dur.
4,1905 — sur l'échelle du thermomètre à azote,
4,1917 — sur l'échelle du thermomètre à hydrogène

à une température de 19°,1.

Dans la comparaison avec les résultats des autres observateurs, il faut considérer d'abord la valeur que M. Griffiths a obtenue dans une excellente série de mesures. Son résultat final (*Roy. Soc. Proc.*, LV, p. 26) est :

$$J = 4{,}1982 \left(1 - 0{,}00266\ \overline{9 - 15}\right) \times 10^7.$$

Ceci se rapporte au thermomètre à azote. A une température de 19°,1, la valeur serait réduite à 4,1936, qui correspond ici à 4,1905 à la même température. La valeur de M. Griffiths doit être légèrement augmentée, par suite du fait qu'il mesure réellement la différence entre les chaleurs spécifiques de l'eau et de l'air. Cette correction élèverait la valeur de J de 0,0011 environ, ce qui donnerait, à 19°,1, $4{,}1917 \times 10^7$, soit une valeur plus grande de $\frac{1}{1000}$ exactement que celle donnée par les auteurs. La différence est faible, mais doit être due à quelque erreur systématique, la concordance des diverses valeurs obtenues dans chacune des deux séries étant trop complète pour qu'on puisse admettre que des erreurs accidentelles ordinaires aient causé une différence aussi grande. La partie la moins satisfaisante d'une mesure calorimétrique est toujours l'application de la correction de refroidissement, et les auteurs ont considéré comme très important de réduire cette correction autant que possible. L'incertitude de la correction de refroidissement ne dépend pas nécessairement de sa grandeur; ainsi, on peut la diminuer beaucoup en partant, comme on l'a fait dans la troisième série d'expériences, d'une température initiale du calorimètre qui soit inférieure à celle de l'enveloppe d'eau d'une quantité égale à celle dont la température finale lui est supérieure; toutefois l'*incertitude* de la correction ne semble pas être diminuée par ce procédé. On peut estimer raisonnablement l'incertitude due à la correction du refroidissement en calculant quelle erreur doit s'être produite dans l'observation de la vitesse de refroidissement, soit au début, soit à la fin de l'expérience, pour produire une différence d'un millième sur le résultat final. On trouve dans les expériences actuelles que l'erreur aurait dû s'élever à plus de 15 %. Les auteurs considèrent comme improbable qu'une erreur aussi forte ait pu se produire toujours dans le même sens. A part la correction de refroidissement, toutefois, il est difficile de voir comment une différence d'un dixième % ait pu se produire, sauf par l'accumulation d'une série de petites erreurs.

La différence entre la valeur actuelle et celle de M. Griffiths a toutefois moins d'importance que la différence qui existe entre celles-ci et l'équivalent déterminé directement par Joule, Rowland et M. Miculescu. La dernière valeur de Joule, qui doit seule être prise en considération, est 772,65 livres-pieds à 61°,7 F. Ce nombre se rapporte au degré mesuré par le thermomètre à mercure de Joule. Rowland l'augmente de 3 pour le ramener au thermomètre à air, et une petite correction relative à la variation de la chaleur spécifique de l'appareil donne 776. La correction thermométrique a été déduite d'une comparaison faite par Joule lui-même avec un des thermomètres de Rowland. M. Schuster a exécuté une comparaison précise entre les thermomètres de Joule et les thermomètres modernes. Le résultat montre que la correction est moindre que celle qu'a admise Rowland et qu'elle fournirait seulement 775 à la température indiquée.

On doit considérer comme très bonne la détermination de Rowland, qui, à la température des expériences de Joule, donne 776,1. Voici la comparaison :

Équivalent en livres-pieds à Greenwich, à 19°1, rapporté au thermomètre à azote « de Paris ».

Joule	Rowland	Griffiths	Schuster et Gannon
774	776,1	779,1	778,5

M. Miculescu a déterminé l'équivalent par une série d'expériences qui semblent très bien conduites. Le résultat est $4{,}1857 \times 10^7$. Pour effectuer la comparaison avec les valeurs précédentes, il faut effectuer une correction de température assez incertaine. Mais, en prenant la moyenne des valeurs de Rowland et de M. Griffiths comme la plus probable actuellement, on trouve à 15° :

Joule	Rowland	Miculescu	Griffiths	Schuster et Gannon
775	778,3	776,6	780,2	779,7

Si l'on remarque que le nombre de Rowland, rapporté au thermomètre à azote de Paris, serait probablement diminué d'une unité, on est frappé de la concordance qui existe, d'une part, entre les trois premiers nombres et, d'autre part, entre les deux derniers. La comparaison semble indiquer l'existence d'une différence entre les valeurs obtenues par la méthode électrique et la méthode directe. La cause exacte de cette différence reste à déterminer.

2° Sciences naturelles

Henry H. Dixon, B. A., *Assistant du Professeur de Botanique, Trinity College, Dublin et* **J. Joly, M. A. Sc. F. R. S.** — **Sur l'ascension de la sève.** — Les expériences entreprises par les auteurs les ont conduits à croire que l'appel de sève qui se produit dans la feuille pendant la transpiration, qu'il faille ou non le considérer comme un phénomène purement capillaire, est seul capable de déterminer l'élévation de la sève par tension directe dans les grands arbres. Les principales expériences des précédents observateurs et quelques expériences nouvelles les ont amenés à penser que l'ascension se fait principalement par la lumière du vaisseau et non par la paroi. La tension peut se transmettre dans la sève ascendante sans rupture de la colonne liquide, en raison de la condition stable du liquide; cet état résulte : 1° de la stabilité interne des liquides, lorsqu'ils sont soumis à une tension mécanique, qu'ils contiennent ou non des gaz en dissolution; 2° de la stabilité additionnelle que confère la structure du tissu conducteur au liquide soumis à la tension, même en présence des gaz libres. Des expé-

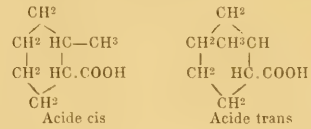
riences directes sur de l'eau contenant de grandes quantités d'air en dissolution ont permis d'étudier la stabilité interne. De plus, en scellant, dans les vaisseaux où l'eau était soumise à la tension, des copeaux de bois de *Taxus baccata*, les auteurs ont pu constater que leur présence ne donnait lieu en aucun cas à une rupture du liquide en tension, et qu'elle se produisait de préférence partout ailleurs et d'ordinaire sur les parois de verre. La seconde condition de stabilité résulte directement de la propriété des membranes qui sectionnent les cavités vasculaires de s'opposer au passage des gaz libres, tandis qu'elles sont perméables aux liquides. Les relations d'énergie que la feuille doit soutenir avec son milieu, dans l'hypothèse que l'évaporation aux surfaces aqueuses capillaires est la cause principale de l'élévation de la sève, peuvent être mises en lumière par des expériences où est utilisé le pouvoir bien connu d'un vase poreux rempli d'eau, de faire monter le mercure dans un tube auquel ce vase est scellé. Les auteurs décrivent un machine où l'énergie, entrant sous forme de chaleur par les surfaces capillaires, peut être en partie employée pour faire un travail mécanique : une batterie de douze petits vases poreux, exposée à l'air libre, détermine la rotation continue d'un volant. Si on remplace les vases poreux par une branche en transpiration, la roue continue à tourner. Les auteurs suggèrent que, si la tension de la sève se transmet à la racine, il doit se former, dans les capillaires de la surface radiculaire, des ménisques capables de condenser rapidement l'eau du sol ambiant. Ils montrent, par une expérience, le pouvoir que possède même une racine enlevée du sol de condenser de la vapeur dans une atmosphère humide. Ils ont imaginé, pour éclairer plus complètement les faits, un appareil composé de deux vases poreux, réunis par un tube et remplis d'eau: l'un, « la feuille », est exposé à l'air et émet de la vapeur; la « racine », entourée de terre humide, satisfait aux « demandes » de la « feuille », et un courant de bas en haut s'établit dans ce tube.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

M. **Womack** : Modification de la méthode du galvanomètre balistique pour la détermination de la capacité électro-magnétique d'un condenseur. Un des avantages de la méthode indiquée par l'auteur résulte de ce que l'on n'a pas besoin de connaître la résistance du galvanomètre ou batterie. Elle peut rendre service au cas où l'on a à déterminer simultanément la résistance et la capacité électrique d'un câble sous-marin ou la résistance d'une ligne télégraphique ou téléphonique. — MM. **S.-P. Thomson** et **Miles-Walker** : Images magnétiques. De même que l'on a fondé la théorie des images électriques produites par les conducteurs isolés, de même on peut fonder la théorie des images magnétiques produites par les corps possédant une grande perméabilité magnétique. Dans cette dernière théorie, on remplace la charge électrique par le pôle magnétique, et le conducteur isolé est remplacé par un corps d'une perméabilité magnétique infinie. — M. **Ayrton** montre et décrit un appareil d'étude pour la vérification des lois de Ohm. — M. le Pr **W. E. Ayrton** et **H. C. Haycraft** ont imaginé un appareil très simple, destiné aux manipulations faites par les étudiants et servant à la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur. Cet appareil donne des résultats assez précis pour permettre de se passer des tables de correction. Les résultats obtenus par les étudiants ne diffèrent pas entre eux de plus de 1/2 à 1 %. — MM. le Pr **Ayrton** et **E. A. Medley** cherchent à déterminer la force électro-motrice maximum à laquelle une lampe à incandescence peut atteindre. Selon eux, il est plus économique de rejeter une lampe qui commence à se détériorer que d'attendre qu'elle se brise complètement. On doit se servir d'accumulateurs qui maintiennent autant que possible constante la force électro-motrice.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE LONDRES

MM. **F. Stanley Kipping** et **William J. Pope** ont continué l'étude des dérivés sulfoniques des bromures et chlorures de camphre; ils ont plus spécialement étudié le bromure camphorosulfonique droit $C^{10}H^{15}O.SO^2Br$ et le chlorure camphorosulfonique qui est isomorphe et a la même constitution que le premier. Ils ont aussi préparé les combinaisons racémiques de ces deux corps. — Les mêmes auteurs font une communication sur les dérivés halogénés du camphre, dont ils ont obtenu sept nouveaux composés; le chlorocamphre droit et le chlorocamphre inactif : $C^{10}H^{15}OCl$; le bromocamphre droit et le bromocamphre inactif : $C^{10}H^{15}OBr^2$; le dichlorocamphre : $C^{10}H^{14}OCl^2$, le dibromocamphre : $C^{10}H^{15}OBr^2$ et le chlorobromocamphre $C^{10}H^{14}OClBr$; tous ces corps présentent des particularités remarquables au point de vue du dimorphisme et du polymorphisme. — M. **Stanley Kipping** a continué l'étude des acides diméthylpiméliques. — MM. **William Goodwin** et **W.-H. Perkin** junior F. R. S. : Recherches sur l'acide hexahydro-stoluique ; d'après ces auteurs, cet acide existe sous deux formes stéréoisomères auxquelles on peut attribuer les formules suivantes :



Cette opinion est appuyée encore par le fait de la découverte, par Baeyer et Rassow, de l'acide paraphénylhexahydrobenzoïque :

$$C^6H^5.CH\left\langle\begin{matrix}CH^2.CH^2\\CH^2.CH^2\end{matrix}\right\rangle CH.COOH$$

qu'ils ont obtenu sous les formes *cis* et *trans*. — MM. **W. A. Bone** et **W. H. Perkin** jun. F. R. S. : Action des dérivés sodiques du malonate d'éthyle sur le triméthylène dicarboxylate d'éthyle. Dans ce cas, il se produit une simple addition représentée par l'équation :

$$(COOC^2H^5)^2.C\left\langle\begin{matrix}CH^2\\|\\CH^2\end{matrix}\right. + CH^2(COOC^2H^5)^2 =$$

$$= (COOC^2H^5)^2.CH.CH^2.CH^2.CH(COOC^2H^5)^2.$$

— MM. **W. H. Perkin** jun. F. R. S. et **J.-J. Sudborough** ont trouvé que l'on pouvait préparer les aldéhydes et les alcools en faisant réagir le sodium sur les chlorures d'acides en solution dans l'éther humide. Ils ont pu ainsi préparer les corps suivants : l'aldéhyde *n*-butylique et l'alcool *n*-butylique en partant du chlorure n. de butyryle; l'aldéhyde isoamylique et l'alcool isoamylique en partant du chlorure d'isovaléryle; l'alcool benzilique en partant du chlorure de benzoyle; enfin l'alcool *o*-tolylique en partant du chlorure de l'acide *o*-toluique. — M. **W. H. Bentley** : Acide β. β. éthylméthylpropionique. L'auteur donne la description des propriétés et de la préparation du corps qui a pour formule : $C^2H^5CH(CH^3)CH^2COOH$ et dont il a étudié plusieurs dérivés entre autres : l'éther éthylique, l'anilide et la *p*-toluide. — MM. **James J. Dobbie** et **Alexander Lauder** : Sur les alcaloïdes de la *corydaliscova*; étude de la *corybulbine*. Les mêmes auteurs font une communication sur la corydaline dont ils ont obtenu le dérivé chloré $C^{22}H^{28}ClAzO^4$. En oxydant l'acide corydalique avec le permanganate de potasse ils ont obtenu une substance qui a pour formule $C^{11}H^{13}AzO^3$ qui contient deux groupes métoxy et qui est probablement un oxydérivé de la diméthoxyisoquinoline. — M. **William H. Oates** : Recherches pour la détermination des composés du soufre dans l'air.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 27 Novembre 1894.

Pr M'Kendrich présente le compte rendu de ses études sur le phonographe, et fait à ce sujet d'intéressantes projections. Il a, par ses recherches, contribué à perfectionner beaucoup cet instrument. Il se sert de résonnateurs métalliques coniques, et il a pu, par ce moyen, arriver à supprimer le son nasillard qu'avait cet instrument et à le faire entendre à un grand nombre d'auditeurs réunis dans une vaste salle. Au moyen de projections, il montre les photographies de plusieurs plaques ayant déjà servi et sur lesquelles on peut voir la manière dont les différentes notes vocales les impressionnent.

Séance du 3 Décembre 1894.

Dr John Smith signale plusieurs particularités de la dentition chez les Mammifères. La forme générale de la dent chez les Mammifères est la forme conique, aplatie sur un certain point et s'enroulant sur son axe en spire plus ou moins accusée ; si la courbe est fortement accentuée, il n'est pas facile d'en trouver l'axe. L'auteur montre, en outre, qu'il y a toujours une partie caractéristique dans la spire que présente la dent du *Mésoptodon*, décrite par sir William Turner dans les *Comptes rendus* de l'expédition de Challenger; cette partie est toujours reconnaissable dans la dent humaine. — M. **Gregg Wilson** fait ensuite une communication sur le développement du conduit de Müller chez les Amphibiens. Il conclut que, chez ces animaux, ce conduit se développe de la même manière que le conduit de Müller chez les Mammifères d'un ordre élevé. — Dr **George Hay** soumet une nouvelle méthode pour régler la marche en mer. Son appareil consiste en deux compas de mer superposés, dont les points nord sont placés à une distance angulaire égale à la variation magnétique. La direction réelle étant lue sur le premier, on n'a qu'à lire le point auquel elle correspond sur le second pour avoir la vraie marche à suivre. Cet appareil, quoique très simple, n'a pas encore été employé jusqu'ici. — Pr **Tait** lit une note sur la constitution des liquides volatils. Son équation, reliant pressions, volumes et températures, est déduite de la théorie cinétique des gaz. Elle s'applique aussi avec beaucoup d'exactitude aux liquides tels que l'eau qui ne sont pas volatils à la température ordinaire. On ne peut l'appliquer avec autant de précision aux liquides ayant un point d'ébullition plus bas; elle ne s'applique pas du tout aux corps tout à fait volatils. Le Pr Tait croit que cela provient de l'existence de gaz ou de vapeurs dans le liquide. — Le même auteur fait une deuxième communication sur les points isothermes de l'éthylène. Il a calculé, avec la plus grande exactitude et au moyen de son équation, la pression de ce corps à une température donnée et son volume à un point voisin de l'état critique d'après les observations d'Amagat. Le volume de l'éthylène à une température donnée et sa pression près du point critique ne peuvent pas être calculés directement au moyen de l'équation avec une aussi grande exactitude, cela à cause de la grande rapidité avec laquelle la différence des volumes du corps liquide et à l'état de vapeur diminue lorsque s'accroît la température en approchant du point critique. W. Peddie.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Décembre 1894.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. de Vries** : Sur les configurations dans l'espace. L'auteur part de la configuration $(8^4, 8_4)$ de Moebius (*Journal de Crelle*, t. 3, p. 273), étudiée en détail par M. Neuberg en 1884. En composant deux *cf.* $(8^4, 8_4)$, il trouve une *cf.* $(16^5, 16_5)$, décomposable de cinq manières différentes en deux *cf.* $(8^4, 8_4)$. Il démontre que cette *cf.* $(16^5, 16_5)$, trouvée par M. C. Andréeff (*Comm. de la Soc. math. de Kharkow*, t. 2, p. 95), et toutes les *cf.* $[(2^{n-1})^n, (2^{n-1})_n]$ qui s'en déduisent, sont des configurations régulières. — M. **W. Kapteyn** présente un mémoire qui forme un trait d'union entre la géométrie vectorielle et la géométrie du triangle. Un des sommets et un des côtés adjacents du triangle forment l'origine et l'axe réel des vecteurs. Dans cet ordre d'idées, un point est déterminé par la valeur correspondante du vecteur complexe, et les équations des lieux géométriques présentent la particularité qu'elles ne changent pas quand on y remplace simultanément la variable et les constantes par leurs valeurs conjuguées. Comme introduction, l'auteur applique le système de coordonnées à l'étude de la droite, du cercle et des sections coniques. Ensuite, il déduit des formules de transformation permettant de trouver le vecteur complexe d'un point dont on connaît les coordonnées normales et réciproquement, et la relation entre les vecteurs complexes de deux points inverses. Après cette introduction, il calcule les vecteurs des points remarquables et s'occupe des équations des droites, des cercles et des coniques remarquables. La comparaison des résultats entre eux conduit à une foule de relations en partie connues, en partie nouvelles. Démonstration que les points de Brocard sont les points Hessiens des points de Lemoine et des points Hessiens du triangle. Transformation des points conjugués harmoniques par rapport aux points Hessiens. — M. **C. Easton** : Sur la distribution des étoiles dans la Voie lactée. Comparaison détaillée de l'œuvre de l'auteur (voir *Revue gén. d. Sc.*, t. 4, p. 684) avec la *Durchmusterung* d'Argelander.

2° Sciences physiques. — M. **H.-A. Kamerlingh Onnes** lit un mémoire sur le laboratoire cryogène de Leyde, et sur la production des températures les plus basses. Il a commencé ses recherches, il y a dix ans, avec l'intention de faire circuler l'oxygène suivant la belle méthode de M. Pictet, et d'en faire usage pour des expériences, comme MM. Olszewski et Wrobleski, marchant sur les traces de M. Cailletet, avaient fait usage de l'éthylène. Il se proposait, en particulier, de déterminer de cette manière les isothermes de l'hydrogène aux températures les plus basses. Quant à la manipulation de l'oxygène liquide, le but a été atteint complètement. Les moyens mis en œuvre sont aussi petits que possible; le laboratoire cryogène, comme il était à désirer, ne forme donc qu'une partie du laboratoire, assez bien équipé encore pour d'autres genres nouveaux de recherches. L'oxygène liquide est versé dans un appareil de verre, propre à laisser suivre les expériences et à permettre les observations et les mesures. La vapeur de l'oxygène est continuellement comprimée, liquéfiée et versée de nouveau dans l'appareil. Avec une petite quantité d'oxygène en circulation, on peut maintenir indéfiniment un bain d'oxygène liquide d'un quart jusqu'à un demi-litre. L'auteur ne se sert pas des verres vides à double paroi de Dewar. Le bain liquide est protégé contre la convection de la chaleur par sa propre vapeur, qui refroidit une caisse spéciale avec des fenêtres, construites de telle sorte qu'elles restent toujours libres de givre et permettent la formation d'images nettes dans une lunette. La liquéfaction de l'oxygène s'obtient par une chute de températures obtenue dans deux circulations. Le serpentin de condensation pour l'oxygène est noyé dans l'éthylène bouillant au vide, dans un flacon de cuivre à paroi mince, protégé efficacement contre l'afflux de chaleur. Les vapeurs de l'éthylène retournent, par une pompe pneumatique et un compresseur conjugués, dans un condenseur et, de là, dans le flacon de cuivre. Le condenseur de l'éthylène est refroidi par une circulation de chlorure de méthyle, et l'auteur signale que l'emploi des deux derniers gaz, pour la liquéfaction de l'oxygène, a été inauguré par M. Cailletet. Les circulations sont arrangées, et le flacon de cuivre a été construit de manière à permettre d'opérer avec un minimum de gaz condensés. En opposition avec les expériences de Dewar, où il est question de très grandes quantités d'éthylène (30 kilos), la circulation d'éthylène de

l'auteur ne demande que 1 1/2 kilog. C'est avec cette petite quantité d'éthylène et avec une force motrice qui ne s'élève pas à plus de 6 ou 8 chevaux-vapeur, qu'il obtient le bain permanent d'oxygène liquide décrit plus haut. L'auteur a voué quelques années à surmonter les difficultés qui restent dans l'emploi du compresseur à plongeur de mercure de M. Cailletet; il a réussi à réaliser cette belle idée d'une manière plus parfaite, de sorte qu'il a obtenu un compresseur de laboratoire auquel on peut se fier pour comprimer les gaz purs et précieux. Il en fait aussi usage pour préparer des gaz purs par la distillation fractionnée à basse température. Enfin, l'auteur fait quelques remarques sur l'emploi du formène, recommandé par MM. Cailletet et Dewar pour la liquéfaction de l'oxygène et sur d'autres travaux en voie d'exécution au laboratoire de Leyde pour préparer la liquéfaction et peut-être la manipulation de l'hydrogène. — M. **H.-A. Lorentz** présente un mémoire : « Versuch einer Theorie der electrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern » (Essai d'une théorie des phénomènes optiques et électriques dans les corps en mouvement). — M. **H.-W. Bakhuis Roozeboom** traite des expériences de M. Spring, à Liège, sur la conversion du sulfure de mercure noir en sulfure rouge. Il démontre que ce cas appartient à la catégorie des transformations d'une modification labile en un état stable. Pour de telles transformations, il n'existe pas une pression limite à température donnée comme M. Spring a cru pouvoir le déduire des densités. — M. A. P. N. Franchimont présente un mémoire de **M. P. van Romburgh**, à Buitenzorg (Java), intitulé : « Over eenige vluchtige bestand deelen vande op Java gekweekte Cocabladen » (Sur quelques matières volatiles des feuilles de Coca cultivées à l'île de Java).

3° Sciences naturelles. — M. **J.-L.-C. Schroeder van der Kolk** : « Contribution à la construction de cartes des terrains sablonneux ». — M. **H. van Cappelle** : « Etude du diluvium du sud-ouest de la Frise ». — M. Th.-H. Mac Gillavry fait connaître les résultats obtenus par M. **D. Mac Gillavry** au laboratoire Bœrhaave, à Leyde, dans ses recherches sur la faculté de locomotion des germes de la phtisie P. Schoute.

CORRESPONDANCE

SUR L'ACTION PHYSIOLOGIQUE DES COURANTS DE GRANDE FRÉQUENCE

Dans la *Revue* du 30 décembre dernier, nous avons résumé d'ingénieuses expériences de MM. Oliver Lodge et Gotch touchant l'action qu'exercent sur les nerfs et les muscles les courants de haut potentiel et de grande fréquence. M. le Dr Stéphane Leduc, professeur à l'Ecole de Médecine de Nantes, nous fait remarquer à ce sujet qu'en 1893, avant MM. Lodge et Gotch, il avait découvert qu'au voisinage d'une bouteille de Leyde commandée par une machine à frottement, la patte galvanoscopique répond par une contraction unique à chaque étincelle qui éclate entre les boutons de la machine [1].

M. S. Leduc a montré, de plus, que non seulement la grenouille, mais l'homme lui-même est sensible à ce champ d'influence. A cette occasion, il a précisé les conditions nécessaires pour rendre l'homme sensible aux variations du champ électrique. Il a électrisé à distance des personnes qui, par le simple approchement des doigts, provoquaient l'apparition, dans l'intervalle, d'étincelles de plus d'un centimètre de longueur. Il a pu ainsi à distance, c'est-à-dire sans aucune communication conductrice avec les appareils électriques, exciter les nerfs sensibles et moteurs de l'homme et déterminer des contractions musculaires.

Les oscillations électriques ainsi produites à distance dans le corps de l'homme lui permettent à son tour de faire contracter à distance, — et jusqu'à plusieurs mètres, — la patte galvanoscopique, et cela rien qu'en la montrant du doigt comme pour lui donner l'ordre de se contracter.

Nous nous faisons un plaisir de porter ces faits à la connaissance du lecteur. L. O.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PIERRE DUCHARTRE

Le 5 novembre 1894, s'éteignait brusquement, à l'âge de 83 ans, l'un des hommes qui ont le plus honoré l'enseignement des sciences naturelles en France depuis un demi-siècle. Mais si une longue série de travaux scientifiques poursuivis sans interruption pendant près de 60 ans, si une érudition profonde et une remarquable précision d'esprit ont assuré à M. Duchartre une place à part parmi les naturalistes de ce siècle, il a été aussi et surtout un de ces hommes rares dont les vertus honorent l'humanité.

Fils de ses œuvres, M. Duchartre avait trouvé dans les plus hautes situations scientifiques la récompense d'une vie de labeur ininterrompu et la sanction d'une œuvre considérable: il y avait gardé le souvenir des efforts de sa jeunesse, des difficultés sans nombre qu'il avait surmontées, de la constance avec laquelle il avait lutté; non pour en tirer vanité, — sa modestie était extrême, — mais pour encourager les débutants, pour les soutenir, pour les aider de ses conseils et de l'autorité qu'il avait acquise. Nous avons eu la consolation de le voir une semaine avant sa mort; nous l'avons trouvé alors tel que nous l'avions vu il y a de longues années, supportant allègrement le poids des ans, malgré des apparences délicates, travaillant toujours, animé toujours de la même bienveillance, d'une égalité d'humeur que rien n'altérait, comme il convient à ceux dont la vie a été tout entière vouée au bien.

Pierre-Etienne-Simon Duchartre est né le 27 octobre 1811, à Portiragnes, près de Béziers; l'un des aînés d'une nombreuse famille, à laquelle la fortune ne paraît pas avoir accordé toutes ses faveurs, il commença à Béziers des études qu'il termina à Toulouse. Le Droit et les intérêts agricoles, qui se partageaient la vie de son père, ne semblent pas l'avoir attiré jamais. C'est en vain que, plus tard, il sera inscrit à la Faculté de Droit de Toulouse par un père désireux de voir son fils lui succéder dans ses fonctions d'avocat. Il n'avait pourtant pas trouvé sa voie dès l'enfance, comme tant d'autres. Ayant achevé ses études classiques avant l'âge de 16 ans, requis pour subir les examens du baccalauréat ès lettres, il eut l'idée d'occuper ses loisirs en suivant les cours de sciences. Lauréat de la ville de Toulouse en 1828, honoré l'année suivante d'un prix unique de botanique qui lui valut des éloges spéciaux, il résolut dès lors de se consacrer tout entier à l'étude des plantes. Dès lors, rien ne put le détourner de son but. Ni les efforts de sa famille, ni la privation des ressources scientifiques, ni le manque de direction,

[1] Dr S. Leduc : Excitation électrique des nerfs sans électrode et sans conducteur. Extrait des *Archives d'Electricité médicale*, n° de juillet 1893. — Courants alternatifs de haute tension produits à l'aide de machines électrostatiques (Mémoire présenté à la *Société française de Physique* et à la *Société de Biologie*). 1 broch. in-8° de 8 pages. Imprimerie Centrale, Nantes, 1893.

ni trente années de labeur, ni les déboires et les déceptions ne purent le décider à changer de voie.

Aidé des conseils de Moquin-Tandon, alors professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, il se mit à explorer les Pyrénées et le Languedoc, dans l'espoir de lever les doutes au sujet d'un certain nombre de plantes décrites par Lapeyrouse et de faire connaître la distribution géographique des plantes méridionales. Il semblait alors devoir être l'un des continuateurs de De Candolle et de Lamarck; il présenta à l'Académie des Sciences, sur la géographie botanique des environs de Béziers, un mémoire dont un long extrait fut inséré aux Comptes rendus des séances.

Mais il fallait vivre; il fallait même trouver des ressources pour la famille, que le malheur éprouvait. Duchartre donna des leçons, à Toulouse d'abord, puis, à partir de 1837, dans un petit village de la vallée du Lot, à Monsempron, près de Fumel. Privé des ressources scientifiques qu'il avait eues jusqu'alors à sa disposition, n'ayant plus les livres et les riches herbiers, il dut changer la direction de ses études. Pour se passer de livres, il aborda un genre de travaux à peu près nouveau; s'engager dans une voie nouvelle, c'était le moyen de n'avoir pas à compter avec la bibliographie. Il s'occupa donc d'anatomie, de morphologie et d'organogénie florales, se fit connaître bientôt par de bons travaux qui furent imprimés aux *Annales des Sciences naturelles* et recueillit les matériaux d'un grand travail sur la Clandestine, qui fut présenté à l'Académie des Sciences en 1843 et inséré au *Recueil des Savants étrangers*, sur un rapport favorable d'Ad. Brongniart. En même temps il subissait les examens de la licence, puis soutenait ses thèses pour le doctorat ès sciences.

Vers la fin de cette même année, le jeune Duchartre arrivait à Paris, plein de bonne volonté, mais sans argent et sans autre appui que les travaux par lesquels il venait de se faire remarquer. Decaisne l'y accueillit comme il savait accueillir ceux qui luttaient avec énergie; les deux jeunes savants furent bientôt des amis dévoués. Decaisne, qui connaissait les difficultés de la vie, aida Duchartre de son influence naissante, le présenta à d'Orbigny qui l'admit, pour la botanique, à la rédaction du *Dictionnaire d'Histoire naturelle*. Duchartre prit aussi une part active à la rédaction de l'*Echo du Monde Savant*, de l'*Encyclopédie du XIXe siècle* et de plusieurs autres *Revues*. Pendant deux années, il rédigea seul la *Revue Botanique*, recueil mensuel publié sous le patronage de Benjamin Delessert; la mort imprévue de ce protecteur des sciences vint interrompre cette précieuse publication. Ce travail incessant n'absorbait pas l'activité de Duchartre. Il trouvait encore le moyen de résoudre les problèmes qu'il rencontrait au cours de ses études bibliographiques, alliant toujours l'étude personnelle et la critique de l'observation à l'érudition la plus étendue.

Agrégé des Facultés des Sciences en 1848, il fut, l'année suivante, à la suite d'un brillant concours, nommé professeur de Botanique et de Physiologie végétale à l'Institut agronomique. Jusqu'à la fin de 1852, époque de la suppression de cet établissement, il consacra tout son temps à l'enseignement, alors nouveau, de la Botanique appliquée à l'Agriculture et à la création d'un jardin botanique agricole. En même temps, ses recherches personnelles prirent nécessairement une direction nouvelle; le jardin de l'Institut agronomique lui fut un champ d'expériences; c'est là qu'il établit l'efficacité de la fleur de soufre pour combattre l'*Oïdium* de la vigne. Il fut appelé, en 1853, à suppléer A. de Jussieu dans l'enseignement de la Botanique à la Sorbonne; mais l'Institut agronomique cessa d'exister; l'agrégation et les suppléances étaient alors considérées comme des honneurs auxquels les rémunérations paraissaient superflues. Duchartre reprit sa vie d'autrefois, vivant au jour le jour d'un travail assidu. Il ne se décourageait pas pourtant; nous le trouvons en effet, en 1854, parmi les fondateurs de la Société Botanique de France, fondateurs dont il est resté le dernier survivant. Jusqu'en 1861, il en rédigea seul le bulletin bibliographique avec un soin et un talent remarquables. Il devint aussi secrétaire-rédacteur de la Société centrale d'Horticulture et garda cette charge jusqu'à sa mort, se faisant un devoir de mettre au service de ses confrères une érudition qu'on ne prenait jamais en défaut.

L'année 1861 mit un terme à ses peines. Il était appelé à la chaire de Botanique de la Sorbonne, en remplacement de Payer, dont il occupait depuis deux mois le fauteuil à l'Académie des Sciences. Il avait alors cinquante ans. Tout autre que M. Duchartre eût pu croire que trente années d'incessantes études le préparaient assez à l'enseignement de la Sorbonne, et qu'il pourrait maintenant mettre simplement à la disposition de ses étudiants les trésors d'une science acquise au prix d'efforts si soutenus. Pour lui, ses titres nouveaux n'entraînaient que de nouveaux devoirs. Il se recueillit, condensa en faveur des élèves de la Sorbonne les résultats de trente années de travail et produisit un livre aussi remarquable par la clarté de l'exposition que par la masse des renseignements qu'on y trouve. Il avait la difficile mission d'enseigner la botanique générale en une série annuelle d'environ trente leçons; les *Eléments de Botanique* lui permirent de décharger son enseignement de l'exposé historique, des discussions et des renseignements bibliographiques. Nous y trouvions le complément nécessaire des leçons claires, précises et méthodiques du professeur, qui se plaisait à nous signaler le point précis où l'on était arrivé, les lacunes qui restaient à combler, les problèmes qu'il restait à résoudre.

D'ailleurs, travailleur infatigable, M. Duchartre continuait sans interruption sa double tâche; professeur toujours au courant de l'état présent de la science, avec un sens critique qui n'atténuait pas sa bienveillance, il s'attachait à résoudre les problèmes dont il réunissait les données. Plus de 150 notes ou mémoires publiés depuis 1861 jusqu'à la veille de sa mort prouvent qu'il ne se reposait pas.

Ses fonctions lui donnaient chaque jour l'occasion de mettre sa science au service des autres. Nous aimons à nous rappeler avec quelle inaltérable obligeance il accueillait les jeunes gens dans son cabinet de travail, avec quelle bienveillante attention il nous écoutait, comment il tirait d'un carton toute la bibliographie du sujet en nous disant : « J'ai quelques petites choses là-dessus ». Nous n'oublions pas surtout avec quel sourire de satisfaction il entendait la confidence de nos premières espérances, de nos premières observations heureuses, et combien elle était encourageante cette poignée de mains si franche qui nous révélait, au départ, l'émotion de son grand cœur. Le dévouement a rempli sa vie; à la Sorbonne, il ne vit que ses devoirs de professeur et les accomplit sans défaillance jusqu'au jour où l'âge le fit descendre de sa chaire; à l'Académie, il s'est fait jusqu'au dernier jour un devoir de présenter les travaux qu'on aimait à lui confier; il se plaisait à les faire valoir et les exposait avec une clarté remarquable.

Quelques semaines avant sa mort, que rien d'ailleurs ne faisait prévoir, il offrit à l'Institut de Botanique de Montpellier l'herbier qu'il avait formé pendant la première partie de sa vie scientifique. Cette précieuse collection, comprenant surtout les éléments de la flore pyrénéenne et du Languedoc, révèle l'esprit méthodique de M. Duchartre.

Tous ceux qui ont eu le bénéfice de son enseignement ont apprécié les qualités de son esprit; tous ceux qui l'ont approché ont connu la générosité de son caractère et conservent son souvenir comme celui d'un ami aussi discret que dévoué.

Ch. Flahault,
Professeur de Botanique
à la Faculté des Sciences de Montpellier.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

6e ANNÉE N° 3 15 FÉVRIER 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES COMMUNICATIONS ORALES ET MANUSCRITES

SUR L'ARGON

Paris, 14 Février 1895.

Le 30 Août 1894, nous annoncions, dans le *Supplément* de la *Revue*, la découverte d'un nouvel élément de l'atmosphère par lord Rayleigh et notre éminent collaborateur le Professeur Ramsay. Le 30 Décembre 1894, M. A. Etard exposait ici même les faits d'expérience qui avaient conduit ces savants d'abord à supposer, puis à établir l'existence, dans l'air, d'un gaz confondu jusqu'à présent avec l'azote. M. Etard, décrivant la marche suivie par les auteurs de la découverte, indiqua la façon dont ils avaient isolé le nouveau gaz et déterminé plusieurs propriétés caractéristiques de ce corps. En même temps, il appelait l'attention sur la révolution que cette découverte inattendue allait produire dans le système de la Chimie. La portée d'une telle révélation n'échappa à personne, et l'article, très commenté dans le monde scientifique, fit sensation à ce point que les feuilles quotidiennes elles-mêmes en parlèrent. Cependant, il était alors difficile de donner les preuves des faits affirmés, car les savants auteurs s'étaient bornés à énoncer leurs conclusions d'une façon très sommaire. Pour des raisons que nous espérons pouvoir indiquer prochainement, ils n'avaient consacré à l'exposé de leurs recherches qu'une brève communication orale. Si extraordinaire semblait leur découverte, que, malgré leur haute notoriété, malgré leur habileté et leur perspicacité bien connues, des doutes s'élevaient dans l'esprit des chimistes. Beaucoup se refusaient à admettre qu'un gaz, existant dans l'atmosphère à la dose relativement énorme de 1 °/₀, ait constamment échappé à la multitude des chercheurs qui, depuis Cavendish, se sont occupés de l'analyse de l'air. Grande fut donc l'émotion du monde savant lorsqu'il y a deux semaines, lord Rayleigh et le Pr Ramsay exprimèrent à la Société Royale de Londres le désir de lui communiquer les résultats de leurs investigations.

La Société décida qu'une séance particulière serait consacrée à l'audition de leur Mémoire et aussi à la lecture des travaux faits par deux de leurs amis sur leur nouveau gaz. Cette séance a eu lieu le 31 Janvier dernier, et, par dérogation à l'usage, s'est tenue dans le grand amphithéâtre et le laboratoire d'*University College* où M. Ramsay professe la Chimie. Le Président de la Société Royale, lord Kelvin (Sir William Thomson) y avait convoqué tous les membres, non seulement de l'illustre Compagnie, mais aussi des Sociétés de Chimie et de Physique de Londres, et toutes les notabilités scientifiques du Royaume-Uni.

Grâce à la bienveillance dont la Société Royale honore cette *Revue*, nous avons la bonne fortune de donner aujourd'hui à nos lecteurs la traduction complète des manuscrits lus à cette occasion, manuscrits que la Société Royale n'a pas encore publiés dans ses *Proceedings*. Ces mémoires sont ceux :

1° De Lord Rayleigh et du Professeur Ramsay sur l'*Argon, nouvel élément de l'Atmosphère;*

2° De M. William Crookes sur *les spectres du nouveau gaz;*

3° De M. K. Olszewski, professeur de Physique à l'Université de Cracovie, qui est venu rendre compte, à la Société Royale, de ses recherches sur *la liquéfaction et la solidification de l'Argon.*

A la suite de ces communications, nous publions la discussion, si remarquable, à laquelle de tels travaux ont donné lieu.

Nous croyons utile aussi, pour achever de faire connaître au lecteur tout ce que l'on sait aujourd'hui sur l'Argon, d'insérer, dans la présente livraison, le Mémoire que le Professeur James Dewar vient de soumettre à la Société de Chimie de Londres, sur un point particulier de ce grand sujet.

Nos lecteurs ont certainement lu dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* parus dimanche dernier, 10 Février, la Note dans laquelle M. Berthelot a résumé la découverte des savants anglais. Il serait superflu de la reproduire ici. Mais, en raison de l'importance exceptionnelle qu'offre, pour la philosophie chimique, la découverte de l'Argon, nous consacrons toute la première partie de ce numéro à ce grand événement scientifique. Le lecteur trouvera dans les pages suivantes la traduction *in extenso* de tous les manuscrits et travaux originaux qui viennent d'être soumis aux Sociétés savantes sur l'Argon.

La Direction.

L'ARGON

NOUVEL ÉLÉMENT DE L'ATMOSPHÈRE

I. — Densité de l'azote de provenances diverses.

Dans une communication antérieure [1] nous avions reconnu que l'azote extrait des composés chimiques est de 1/2 °/₀ environ plus léger que l'azote atmosphérique.

Voici les nombres moyens trouvés pour les poids de gaz contenus dans le ballon dont nous faisions usage :

Azote du peroxyde	2,3001
Azote du protoxyde	2,2990
Azote du nitrite d'ammonium	2,2987

Pour l'azote extrait de l'atmosphère nous trouvions :

Azote obtenu par l'action du cuivre au rouge	(1892).	2,3103
— — fer —	(1893).	2,3100
— l'hydrate ferreux	(1894).	2,3102

Sur les conseils du Professeur Thorpe, nous avons entrepris des expériences sur l'azote obtenu par l'action de l'hypobromite de soude sur l'urée. L'hypobromite fut préparé avec les produits commerciaux combinés dans les proportions habituellement indiquées pour les dosages de l'urée. La réaction fut très bien conduite, et le gaz put se dégager aussi lentement qu'on le désirait.

Dans la première expérience, le gaz ne fut soumis à aucun traitement, il traversait de la potasse et de l'anhydride phosphorique. On reconnut bientôt que cet azote était impur. Le gaz soi-disant inerte et inodore attaquait fortement le mercure de la trompe et avait une odeur de rat mort. Quant à son poids, il était plus élevé que celui de l'azote atmosphérique. L'action sur le mercure et la mauvaise odeur de ce gaz disparurent, en grande partie, en le faisant passer sur un métal chauffé au rouge. On lui fit traverser un tube contenant du cuivre en fil fin chauffé par des becs Bunsen, puis un tube de fer rempli de fil de ce métal au rouge vif, et, enfin, un tube à oxyde de cuivre.

On supprima même ensuite le passage sur le fer en faisant seulement subir au gaz l'action du cuivre au rouge vif. Le résultat moyen, rapporté aux chiffres déjà donnés, fut : 2,2985.

Sans l'emploi de la chaleur, on ne peut empêcher l'attaque du mercure. Même lorsque l'on n'emploie pas l'urée, mais que l'on fait barboter de l'air à travers la solution d'hypobromite, on reconnaît encore que l'azote passant sur du mercure contenu dans des tubes en U ternit bientôt la surface de ce métal.

Il était intéressant de comparer les résultats obtenus avec l'azote de l'urée à ceux obtenus avec les autres composés azotés. Le but que nous visions ainsi ne put cependant être atteint par ce procédé : on ne pouvait, en effet, obtenir un gaz pur en supprimant le traitement par un métal au rouge. Cependant l'azote du nitrite d'ammonium peut être préparé sans employer les tubes au rouge. Son poids concorde avec les chiffres donnés précédemment. Le gaz sent, il est vrai, un peu l'ammoniaque, mais ce dernier est facilement séparable par l'acide sulfurique, qui arrête aussi probablement un peu de composés oxygénés de l'azote. Le poids moyen du gaz ainsi obtenu est 2,2987.

Nous reconnûmes que, malgré la faible odeur nitreuse, il n'y avait pas de différence appréciable entre les densités du gaz préparé avec le nitrite d'ammonium, avec ou sans traitement par les métaux au rouge. Ce résultat est intéressant, car il montre que l'accord entre les nombres obtenus pour l'azote préparé chimiquement, ne dépend pas de l'usage de la chaleur pour sa purification.

Les cinq résultats obtenus par des procédés plus ou moins distincts sont les suivants :

Azote du peroxyde	2.3001
Azote du protoxyde	2.2990
Azote du nitrite d'ammonium (purifié au rouge)	2.2987
Azote de l'urée	2.2985
Azote du nitrite d'ammonium (purifié à froid)	2.2987
En moyenne	2.2990

Ces nombres, aussi bien que ceux déjà donnés pour l'azote atmosphérique, doivent subir une réduction de 0,0006 pour la contraction du ballon lorsqu'on y fait le vide [1].

Si on les multiplie par le rapport $\frac{2,3108}{1,2572}$, on obtient le poids en grammes du gaz par litre. En prenant ainsi les nombres moyens, nous trouvons que, dans les conditions précédentes, le poids par litre de l'azote des composés chimiques est 1,2505, celui de l'azote atmosphérique étant 1,2572.

Il est intéressant de comparer la densité de l'azote chimique à celle de l'oxygène. Nous avons :

$$\frac{Az^2}{O^2} = \frac{2,2984}{2,6276} = 0,87471.$$

[1] Rayleigh. Sur une anomalie reconnue dans la détermination de la densité de l'azote. *Roy. Soc. Pro.*, vol. LV, p. 340. 1894.

[1] Rayleigh. Sur les densités des principaux gaz. *Roy. Soc. Pro.*, vol. LIII, p. 134. 1893.

Donc si $O^2 = 16$, on a : $Az^2 = 13,9954$.

Ainsi, dans le cas de l'azote extrait des combinaisons, le rapport est très près de 16 à 14 ; dans le cas de l'azote atmosphérique ce rapport est notablement différent.

A la liste précédente on peut encore ajouter l'azote préparé par d'autres procédés. De l'azote fut extrait de l'atmosphère au moyen du magnésium. L'azote ainsi séparé fut alors transformé en ammoniaque par l'action de l'eau sur l'azoture de magnésium et ensuite mis en liberté au moyen de l'hypochlorite de calcium. La purification fut opérée, comme d'habitude, par le passage du gaz sur du cuivre au rouge vif et sur de l'oxyde de cuivre. Le résultat fut le suivant :

Tare du ballon vide (30 oct.-5 nov.).....	2.82313
— plein (31 oct.).....	0.52395
Poids du gaz.....	2.29918

Ce nombre diffère d'une façon inappréciable de la moyenne des autres résultats 2,2990 ; on doit d'ailleurs noter soigneusement que ce gaz a fait primitivement partie de l'atmosphère.

D'autres déterminations, faites avec des appareils différents, de la densité de l'azote provenant de la même source, c'est-à-dire de l'azoture de magnésium préparé par l'action de l'azote atmosphérique sur le magnésium chauffé, peuvent être encore notées ici. L'échantillon différait de celui que nous venons de citer en ce qu'il n'avait pas été traité par le cuivre au rouge vif. Après avoir traité l'azoture par l'eau, l'ammoniaque fut chassée par distillation et recueillie dans l'acide chlorhydrique ; la solution fut évaporée, le chlorure d'ammonium sec redissous dans l'eau et sa solution concentrée traitée par une solution fraîchement préparée d'hypobromite de soude. L'azote fut recueilli dans une cloche sur l'eau préalablement bouillie pour en expulser l'air. L'azote passait dans le ballon vide en traversant une solution d'hydrate de potasse et deux tubes secs, dont l'un contenait de la chaux sodée et l'autre de l'anhydride phosphorique.

A 18°,38 centigrades et sous la pression de $754^{mm},4$ de mercure, $162^{cc},843$ de cet azote pesaient $0^{gr},18963$; donc le poids du litre à 0° sous 760^{mm} est $1^{gr},2521$.

Le poids moyen d'un litre d'azote chimique est $1^{gr},2505$; donc l'azote chimique provenant de l'azote atmosphérique sans avoir été traité par le cuivre au rouge, possède la densité normale.

On reconnut aussi que l'ammoniaque provenant de l'azoture de magnésium est identique à l'ammoniaque ordinaire et ne contient pas d'autres composés à caractères basiques. Pour cette détermination, l'ammoniaque fut convertie en chlorure d'ammonium, et le chlore fut titré par le nitrate d'argent préalablement dosé lui-même à l'aide de chlorure d'ammonium pur sublimé. La solution argentique était d'un titre tel que 1^{cc} précipitait le chlore de $0^{gr},001701$ de chlorure d'ammonium.

1. — Le chlorure d'ammonium provenant d'un échantillon orangé d'azoture de magnésium contenait 66,35 °/₀ de chlore.

2. — Le chlorure d'ammonium d'un échantillon noirâtre d'azoture d'ammonium en contenait aussi 66,35 °/₀.

3. — Le chlorure d'ammonium provenant d'azoture contenant une grande quantité de magnésium non attaqué, contenait 66,30 °/₀ de chlore.

Prenant pour les poids atomiques de l'hydrogène 1,0032, de l'azote 14,04, et du chlore 35,46, le contenu théorique en chlore du chlorure d'ammonium est 66,27 °/₀.

Nous voyons que l'azote obtenu par l'azoture de magnésium préparé lui-même en faisant passer l'azote atmosphérique sur du magnésium au rouge blanc, a la même densité que l'azote chimique, et que le chlorure d'ammonium obtenu par l'azoture de magnésium a le même titre en chlore que le chlorure d'ammonium pur. On peut donc conclure : que le magnésium au rouge vif ne sépare de l'azote atmosphérique aucune autre substance que l'azote capable de former un composé basique avec l'hydrogène.

II. — Raisons pour supposer l'existence dans l'air d'un élément jusqu'ici inconnu.

La différence des poids étant bien établie, il était indiqué de rechercher si elle ne provenait pas d'impuretés connues. Parmi celles-ci la présence de l'hydrogène dans le gaz, malgré son passage sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge blanc parut la plus probable. Mais on reconnut que l'introduction intentionnelle de l'hydrogène dans le gaz le plus lourd ne modifiait pas son poids lorsqu'on le traitait comme précédemment avec l'oxyde de cuivre. Cette explication fut donc abandonnée et il devint clair que la différence ne pouvait être attribuée à la présence de quelque autre impureté connue.

D'autre part, il était possible que la légèreté du gaz provenant de composés chimiques fût due à une dissociation partielle des molécules Az^2 en atomes. Pour contrôler cette supposition, les deux espèces de gaz furent soumises à l'action de l'effluve électrique ; toutes deux conservèrent leur poids inaltéré. Les caractères chimiques de l'azote sont tels qu'on pourrait penser que les atomes de l'azote dissocié possèdent un caractère d'activité plus grand, et que, même au cas où ils pourraient être mis en liberté tout d'abord, ils ne tarderaient probablement pas à se recombiner. Leurs propriétés présenteraient donc une analogie partielle avec celles de l'ozone.

Pour contrôler cette hypothèse, un échantillon d'azote chimique fut conservé pendant huit mois; au bout de ce temps, la densité n'avait pas augmenté, elle était restée exactement la même[1].

Regardant comme établi que l'un ou l'autre de ces gaz peut être un mélange contenant un corps beaucoup plus lourd ou beaucoup plus léger que l'azote ordinaire, nous avons considéré les différentes interprétations possibles. Excepté dans le cas de l'hypothèse déjà rejetée de la dissociation, il était difficile de concevoir comment le gaz d'origine chimique pouvait être un mélange.

Cette supposition conduirait à admettre deux espèces d'acide azotique, faits inexplicables d'après les travaux de Stas et de différents chimistes sur le poids atomique de cette substance. L'explication la plus simple était d'admettre l'existence d'un nouveau corps dans l'air débarrassé d'oxygène, de vapeur d'eau et d'anhydride carbonique. La proportion n'en était probablement pas très grande. Si la densité du gaz supposé était double de celle de l'azote, l'air en contiendrait 1/2 °/o seulement en volume; si elle n'était qu'une fois et demie cette dernière, il y en aurait alors 1 °/o; mais, en acceptant cette explication même provisoirement, il fallait admettre qu'un gaz, nous entourant de toutes parts, existant en énorme quantité, était resté aussi longtemps sans même être soupçonné.

La méthode généralement appliquée pour reconnaître si un gaz est pur ou constitué par un mélange de composants de différentes densités, est celle de la diffusion. Par cette méthode, Graham est parvenu à séparer partiellement l'azote et l'oxygène de l'air, malgré la différence très petite de leurs densités. Si l'atmosphère contient un gaz inconnu de densité voisine de celle que nous lui supposons, il sera possible de reconnaître ce fait par l'application de la diffusion à l'air ordinaire. Ces expériences prouvèrent dès le début que l'atmosphère contient bien le gaz inconnu que les résultats déjà donnés permettaient de prévoir.

Quoique cette méthode de la diffusion puisse convaincre l'esprit tout d'abord, elle ne permet pas d'isoler le nouvel élément de l'atmosphère : il fallait donc chercher une méthode plus strictement chimique.

L'identification de l'azote (air phlogistiqué) avec un des éléments constituants de l'acide azotique, est due à Cavendish. Ce savant traitait par l'étincelle électrique une courte colonne de gaz renfermée dans un tube recourbé et disposé sur le mercure. L'air contenu dans ce tube était en contact avec une petite quantité de potasse.

En opérant ainsi sur des quantités très faibles de matière, Cavendish a résolu un des problèmes les plus importants de la chimie, et a le premier donné la solution de la question actuellement posée. Voici ses propres paroles :

« Tout ce que nous savons sur la partie phlogistiquée de notre atmosphère (azote) se résume en ceci : Elle n'est pas absorbée par l'eau de chaux ou par les alcalis caustiques, elle ne se combine pas à l'air nitreux (bioxyde d'azote), elle n'entretient pas la combustion et la vie ; son poids spécifique est un peu plus faible que celui de l'air ordinaire.

« L'acide azotique, par son union au phlogistique (hydrogène), est transformé en un gaz ayant les propriétés de l'air phlogistiqué (azote); aussi est-il raisonnable de supposer qu'une partie au moins de l'air phlogistiqué (azote) de l'atmosphère provient de cet acide uni au phlogistique; mais il est douteux que le tout soit de cette nature. N'y a-t-il pas là un grand nombre de substances comprises par nous sous cette dénomination d'air phlogistiqué (azote)?

« J'ai fait diverses expériences pour voir si tout ou seulement une partie de l'air phlogistiqué de l'atmosphère pouvait se transformer en acide nitrique, s'il n'y avait pas là un corps de nature différente refusant d'entrer en combinaison. Ces expériences démontrent que la plus grande partie de l'air traitée comme je l'ai déjà dit, est absorbée; mais il y a un résidu non fixé. Est-il de même nature que le reste? Pour m'en rendre compte, j'ai traité comme ci-dessus un mélange d'air ordinaire et d'air déphlogistiqué (oxygène) jusqu'à ce qu'il ne restât plus qu'une très faible partie de gaz non combiné.

« Pour enlever autant que possible l'air phlogistiqué (azote), j'ai additionné le gaz restant d'air déphlogistiqué (oxygène) et continué l'étincelle, jusqu'à ce que je ne constatasse plus d'absorption. Ayant ainsi condensé autant que possible l'air phlogistiqué (azote), je l'ai abandonné sur une solution de sulfure de potasse pour absorber l'excès d'air déphlogistiqué (oxygène).

« Il me resta alors une petite bulle d'air non absorbée, environ $\frac{1}{120}$ de la quantité de gaz primitivement traitée. Il y a donc une partie de l'air phlogistiqué (azote), de notre atmosphère qui diffère du reste et ne peut être transformée en acide nitrique. Elle constitue tout au plus $\frac{1}{120}$ du tout[1]. »

Quoique Cavendish fût satisfait de ce résultat et n'ait pas déterminé si le petit résidu qu'il avait obtenu était pur, les expériences déjà citées permettent de croire que ce résidu était réellement différent de l'azote et contenait le gaz maintenant appelé *argon*.

III. — Méthode pour combiner l'azote libre.

Pour éliminer l'azote de l'air afin d'en isoler quelque autre gaz, nous pouvons utiliser divers absorbants. Les éléments qui se combinent directement avec l'azote sont : le bore, le silicium, le titane, le lithium, le strontium, le baryum, le magnésium, l'aluminium, le mercure, et, sous l'influence de la décharge électrique, l'hydrogène en présence des acides et l'oxygène en présence des alcalis. Un

[1] *Roy. Soc. Proc.*, LV, p. 344. 1894.

[1] Cavendish : *Phil. Transact.*, vol. 78, p. 271. 1788.

mélange de carbonate de baryum et de charbon à haute température jouit aussi de cette propriété. Parmi ces produits le magnésium est certainement le meilleur absorbant. Quand l'azote passe sur ce métal chauffé dans un tube de verre porté au rouge, le magnésium brûle avec incandescence; cette incandescence commençant à l'extrémité du tube par lequel arrive le gaz, se propage peu à peu et régulièrement jusqu'à ce que tout le métal soit converti en azoture. 7 à 8 litres d'azote peuvent être absorbés dans un seul tube; l'azoture formé est une substance poreuse, sèche, orangée.

IV. — Premières expériences pour combiner l'azote a l'oxygène par l'étincelle en présence des alcalis.

Dans le but d'isoler, par la méthode de Cavendish, le gaz supposé, nous avons employé d'abord une bobine de Rumkorff, de grandeur moyenne, actionnée par une batterie de 5 éléments Grove. Les gaz étaient contenus dans un tube disposé sur une grande quantité d'alcali faible, et le courant était transmis par des fils isolés dans des bâtons de verre courbés, traversant le liquide et venant se terminer sous la cloche. On reconnut que les étincelles de 5 millimètres étaient préférables à un arc plus long. Quand les gaz mélangés étaient dans la proportion normale, l'absorption était d'environ 30 centimètres cubes par heure, dix fois plus rapide que dans les expériences de Cavendish.

Pour prendre un exemple, une expérience de cette espèce fut faite avec 50 centimètres cubes d'air, et cet air fut graduellement additionné de nouvel oxygène jusqu'à ce que, ce dernier étant en excès, il n'y eut plus de contraction perceptible malgré le passage de l'étincelle durant une heure. Le gaz restant fut alors transvasé dans une petite éprouvette graduée dans laquelle le volume fut reconnu être de 1 centimètre cube. Traité par un pyrogallate alcalin, il resta $0^{cmc},32$ de gaz. Ce petit résidu ne peut être de l'azote, car, par l'action prolongée de l'étincelle, il ne se combine pas, quoique mêlé à l'oxygène dans les proportions les plus favorables.

Le résidu fut alors réintroduit dans le tube primitif avec addition de 50 centimètres cubes d'air et le tout traité comme précédemment. Le résidu fut de $2^{cmc},2$ et, après l'enlèvement de l'oxygène, de $0^{cmc},76$. Quoiqu'il paraisse presque impossible que ce résidu puisse être de l'azote ou de l'hydrogène, on pouvait cependant remarquer qu'à la fin de l'expérience, l'étincelle se produisait dans des conditions anormales. L'espace était très restreint et la température plus élevée. Mais les doutes possibles disparaissaient quand on opérait sur une toute petite quantité.

En faisant agir l'étincelle sur un mélange de 5 centimètres cubes d'air et de 7 centimètres cubes d'oxygène pendant 1 h. 1/4, le résidu était de $0^{cmc},47$ et, après enlèvement de l'oxygène, de $0^{cmc},06$. Les expériences répétées ayant donné des résultats similaires, il était clair que le résidu final ne dépendait pas du passage de l'étincelle dans un volume réduit, mais était dans un rapport relativement constant avec la quantité d'air employée.

Un examen du résidu refusant de s'oxyder ne pouvait être fait sans en préparer une plus grande quantité. La solubilité du gaz dans l'eau permettait d'expliquer les différences obtenues, ainsi du reste que cela a été confirmé depuis. On put cependant rassembler dans un tube spécial, construit exprès, une certaine quantité du gaz permettant la comparaison de son spectre avec celui de l'azote dans des conditions similaires; on reconnut que le gaz n'était pas de l'azote. Tout d'abord on n'aperçoit pas trace des lignes principales de l'azote, mais après avoir conservé le gaz pendant une heure ou deux, ces lignes deviennent apparentes, de l'azote ayant pénétré dans le tube.

V. — Première expérience pour séparer l'argon de l'air par le magnésium au rouge vif.

Une expérience préliminaire, effectuée par M. Percy Williams sur l'absorption de l'azote atmosphérique exempt d'oxygène au moyen du cuivre au rouge vif, le gaz ne passant pas sur ce dernier, mais restant simplement à son contact, donna comme résidu de densité : 14,88. Ce résultat, quoique non concluant, était encourageant. Un essai fut fait sur une plus large échelle en faisant passer de l'azote atmosphérique sur du magnésium chauffé au rouge dans un tube plus large, dans des conditions de contact plus intime, pour obtenir une quantité plus considérable du gaz pesant. En 10 jours on en réunit 1500 centimètres cubes. — Recueilli sur le mercure, le gaz passa sur de la chaux sodée, sur l'anhydride phosphorique, sur du magnésium chauffé au rouge, puis sur de l'oxyde de cuivre, de nouveau sur de la chaux sodée et de l'anhydride phosphorique, et enfin fut recueilli sur le mercure. Au bout de quelques jours le gaz était réduit à 200 centimètres cubes. Sa densité était alors de 16,1. Par une absorption plus considérable le volume fut encore réduit. La densité du résidu devint 19,09. L'étincelle passant pendant quelques heures à travers un mélange d'une petite quantité de ce gaz et d'oxygène, son volume fut encore plus réduit. La densité, déterminée par le calcul, devint alors 20.

Le spectre du gaz de densité 19,09, quoique montrant les raies de l'azote, présentait quelques autres lignes qu'on ne put identifier à celles de quelque élément connu.

VI. — Preuve de la présence de l'argon dans l'air au moyen de la diffusion.

Si l'azote atmosphérique contient deux gaz de densités différentes, il sera possible de démontrer ce fait par la méthode de diffusion.

L'appareil pour cet essai fut préparé suivant la méthode de Graham, en réunissant un certain nombre de tuyaux de pipe. On employa tout d'abord 12 de ces tuyaux en 3 groupes, chaque groupe étant composé de 4 tubes réunis en séries. Les 3 groupes furent alors placés parallèlement dans un large tube de verre fermé de façon qu'on pût maintenir un vide partiel, à l'aide de la trompe, dans l'espace compris entre les tuyaux. Une extrémité était ouverte à l'air, l'autre extrémité réunie à un aspirateur primitivement plein d'eau et disposé pour attirer 2 % de l'air qui entrait à l'autre extrémité.

Le gaz réuni ainsi représentait une petite partie de celui qui passait à travers le diffuseur. Il devait être relativement riche en argon. Le courant de l'eau de l'aspirateur ne pouvait être maintenu très constant, mais la quantité de 2 % ne pouvait être beaucoup dépassée.

L'air ainsi obtenu fut traité exactement comme l'air ordinaire l'avait été pour la détermination de la densité de l'azote atmosphérique, l'oxygène enlevé par le cuivre au rouge vif et l'oxyde de cuivre, l'ammoniaque par l'acide sulfurique, l'eau et l'acide carbonique par la potasse et l'anhydride phosphorique.

Pour un poids total d'environ $2^{gr}3$, l'excès de poids de l'azote traité sur l'azote atmosphérique ordinaire fut, dans quatre expériences, $0^{gr},0049$, $0^{gr},0014$, $0^{gr},0027$, $0^{gr},0015$. L'excès moyen des 4 déterminations est $0^{gr},00262$. Si l'on supprime le premier essai, où le vide fut maintenu pendant deux mois, on trouve $0^{gr},00187$.

Le gaz, ainsi préparé avec l'air, était dans chaque cas plus lourd que celui de l'air non traité et cela beaucoup plus que les erreurs possibles de l'expérience auraient permis de le supposer. L'excès cependant était moindre que celui auquel on aurait pu s'attendre et l'arrangement de l'appareil pouvait être transformé.

Les expériences furent reprises avec des tuyaux disposés en séries. La surface poreuse, en opérant ainsi, était réduite, mais ce fait était partiellement compensé par l'augmentation du vide. Deux expériences, faites dans les nouvelles conditions, donnèrent un excès de : 1° $0^{gr},0037$, 2° de $0^{gr},0033$.

L'excès était plus grand que précédemment et dû, sans aucun doute, à une plus grande action de l'appareil de diffusion. On pouvait encore conclure que l'azote atmosphérique est un mélange et non un corps simple.

VII. — Expériences négatives pour prouver que l'argon ne dérive pas de l'azote chimique.

L'existence de l'argon dans l'atmosphère est démontrée d'une façon très évidente par la comparaison des densités de l'azote chimique et atmosphérique, et par les expériences de diffusion que nous venons de citer. Cependant, on pouvait compléter ces recherches en étudiant au même point de vue l'azote chimique. Dans ce but, 3 litres d'azote chimique, dérivant du nitrite d'ammonium, furent traités par l'oxygène et en usant du procédé qui avait donné un résidu avec l'azote atmosphérique. Le gaz restant fut traité par l'étincelle jusqu'à ce que son spectre montrât seulement des traces très faibles des raies de l'azote. Le résidu refroidi était de 4 centimètres cubes. On le passa dans une autre éprouvette, on le traita par le pyrogallate de potassium pour enlever l'oxygène. On obtint un reste de $3^{cm3},3$. Si l'on avait opéré avec l'azote atmosphérique, le résidu aurait dû être de 30 centimètres cubes. Sur les $3^{cm3},3$ restants, une part est peut-être le fait d'un accident; le résultat de l'expérience n'en montre pas moins que l'argon ne résulte pas du passage de l'étincelle à travers un mélange d'oxygène et d'azote chimique.

Dans une seconde expérience identique, 5.660 centimètres cubes d'azote extrait du nitrite d'ammonium donnèrent un résidu final de $3^{cm3},5$ qui consistait principalement en argon.

La source de l'argon restant doit être attribuée à l'eau employée pour la manipulation d'une aussi grande quantité de gaz (6 litres d'azote et 11 litres d'oxygène). L'acide carbonique recueilli d'une manière identique et ensuite absorbé par la potasse, donne des résultats semblables. On y trouve toujours de l'argon. Des expériences négatives furent aussi faites à l'aide de l'absorption de l'azote par le magnésium. Dans une première expérience, 3 litres d'azote provenant du traitement du chlorure d'ammonium par l'hypochlorite de soude et réduit à $4^{cm3},5$ par le magnésium, puis à 3 centimètres cubes par l'étincelle en présence d'oxygène, donnèrent comme résidu un corps paraissant être l'argon.

Une autre expérience identique, effectuée avec 15 litres, donna un résidu de $3^{cm3},5$ seulement.

Dans ce cas, l'azote atmosphérique donnerait un résidu de 150 centimètres cubes; la quantité trouvée n'en est que le quarantième au plus. On peut considérer que les fuites de l'appareil ont permis l'entrée d'environ 200 centimètres cubes d'air pendant l'opération. D'autre part, l'azote était recueilli sur l'eau, qui pouvait aussi céder un peu d'argon. Des expériences de cette nature,

absolument négatives, sont extrêmement difficiles et exigent un temps fort long pour arriver à une conclusion certaine.

VIII. — Séparation de l'argon en grand.

Pour préparer l'argon en grand, l'air est débarrassé d'oxygène par le cuivre chauffé au rouge. Le résidu passe alors d'une éprouvette dans un tube à combustion chauffé et contenant du cuivre, de façon à enlever toute trace d'oxygène.

Le gaz restant est ensuite séché sur de la chaux sodée et sur de l'anhydride phosphorique, après son passage à travers un étroit tube en U à acide sulfurique servant à suivre la marche de l'opération. Il est alors dirigé dans un tube à combustion contenant de la tournure de magnésium fortement tassée et chauffée en rouge. De ce tube, il passe à travers un second tube témoin et se rend dans une éprouvette de 3 à 4 litres; un seul tube garni de magnésium absorbe de 7 à 8 litres d'azote. La température doit être presque celle de la fusion du verre, et le courant de gaz doit être soigneusement réglé; sinon, la chaleur développée par la réaction de l'azote sur le magnésium déterminerait la fusion du verre.

Le résidu du traitement de 100 à 150 litres d'azote atmosphérique fut d'environ 4 à 5 litres. On le fit passer à l'aide d'une pompe Sprengel à travers un tube contenant dans sa première moitié du cuivre et dans la seconde de l'oxyde de ce métal; puis, à travers un second tube renfermant de la chaux sodée et de l'anhydride phosphorique disposés comme les deux absorbants précédents. Il passait de là dans un réservoir de 300 centimètres cubes de capacité, d'où on pouvait le chasser dans une éprouvette à l'aide du mercure. Il passait ensuite à travers un tube contenant de la tournure de magnésium chauffée au rouge brillant. Le gaz est ainsi débarrassé de toute trace d'oxygène, d'hydrogène et d'hydrocarbures, et l'azote est absorbé peu à peu.

Le gaz diminue progressivement en volume; finalement l'appareil est rempli d'argon pur; il est réuni, d'ailleurs, à une pompe à mercure, pour ne pas perdre de gaz quand on change le tube à magnésium. Avant de laisser refroidir le tube à magnésium, on pompe soigneusement le gaz, que l'on recueille dans une éprouvette. Tout l'argon est ensuite transvasé du réservoir à mercure dans une seconde éprouvette pleine d'eau saturée d'argon. Pour empêcher l'entrée d'oxygène ou d'azote, il est préférable de recueillir sur le mercure. L'enlèvement total de l'azote se fait lentement, cependant on y parvient habituellement en deux jours.

L'objection principale à la méthode de préparation de l'argon par l'oxygène est son extrême lenteur. Nous pouvons cependant remarquer que M. Crookes a appelé tout récemment l'attention sur les aigrettes existant à l'extrémité des électrodes en platine, entre lesquelles s'effectue la décharge électrique alternante à haute tension. D'après lui, elles proviennent de la combustion de l'azote et de l'oxygène de l'air.

L'appareil employé consistait en un alternateur de Méritens, actionné par un moteur à gaz, et les courants étaient transformés en courants à potentiel élevé par une bobine de Rumkorff. L'absorption la plus considérable à laquelle on puisse arriver, est d'environ trois litres par heure, soit 3.000 fois plus rapide que dans l'expérience de Cavendish. Il est nécessaire de refroidir l'appareil, et il y a, de plus, maintes causes d'insuccès.

Dans une expérience de cette espèce, l'air total traité pendant sept jours s'élevait à 7.925^{cc}, on y avait ajouté 9.137^{cc} pour l'oxygène du chlorate de potasse. Les septième et huitième jours, on fit arriver de l'oxygène seul, environ 500^{cc} furent absorbés. Il restait dans le vase un résidu de 700^{cc}. Donc l'air et l'oxygène s'étaient combinés dans le rapport $\frac{79}{86}$. De temps en temps on suivait au spectroscope la disparition graduelle de l'azote. Cette dernière devint très lente vers la fin. Enfin la ligne jaune caractéristique de l'azote disparut, et on ne constata plus d'absorption en deux heures de temps. Il est important de noter que, au fur et à mesure de la disparition de l'azote, l'étincelle changeait d'aspect, devenant plus étroite et plutôt bleue que verte.

Le traitement final des 700^{cc} restants fut identique aux opérations déjà citées. Malgré des additions successives d'oxygène et d'hydrogène électrolytiques, on ne peut réduire le volume au delà de 65^{cc}. Ce résidu ne s'oxyde plus, il ne présente plus la ligne jaune de l'azote, même dans les conditions les plus favorables. Quand le gaz a séjourné quelques jours sur l'eau, les lignes de l'azote réapparaissent dans le spectre, et on ne peut les faire disparaître qu'en traitant de nouveau par l'étincelle, pendant quelques heures.

IX. — Densité de l'argon préparé par l'oxygène.

Une première estimation de la densité de l'argon préparé par l'oxygène découle des faits déjà connus nous donnant le volume du nouveau gaz contenu dans l'air. En admettant que la différence de densité entre l'azote atmosphérique et l'azote chimique soit la conséquence de la présence de l'argon dans le premier, et que pendant le traitement par l'oxygène rien ne soit oxydé, à part l'azote, si :

D = densité de l'azote chimique
D' = densité de l'azote atmosphérique

d = densité de l'argon
a = volume proportionnel de l'argon dans l'azote atmosphérique,

la loi du mélange des gaz nous donne :

$$ad + (1 - a)\,D = D'$$

d'où

$$d = D + \frac{(D' - D)}{a}$$

Dans cette dernière formule (D'—D) et a sont tous deux petits, mais ils sont connus avec une grande approximation. Par ce qui précède nous savons que :

$$a = \frac{65}{0{,}79 \times 7925};$$

donc si :

$$D = 2{,}2990$$
$$D' = 2{,}3102,$$

on trouve :

$$d = 3{,}378.$$

Ainsi, si $Az^2 = 14$, $O^2 = 16$ et la densité de l'argon sera 20.6.

Une détermination directe par pesée doit être faite; mais il n'a pas été encore possible de recueillir par ce moyen une quantité de gaz suffisante pour remplir le ballon employé pour ces déterminations.

Un mélange d'environ 400 centimètres cubes d'argon avec un excès d'oxygène pur a donné comme poids 2,7315; le même volume d'oxygène seul pesait 2,6270. L'excès de la première pesée est de 0,1045.

Si a est le rapport du volume de l'argon au volume total, le nombre pour ce gaz sera :

$$2{,}6270 + \frac{0{,}1045}{a}.$$

La valeur de a étant déterminée par un excès de poids sur le poids de l'oxygène, on ne peut la connaître avec une très grande approximation.

Des analyses suffisamment concordantes par deux méthodes donnent $a = 0{,}1845$; d'où, pour le poids du gaz, nous obtenons 3,193; donc, si $O^2 = 16$, la densité du gaz, par rapport à l'hydrogène, sera 19,45. Si on admet la présence d'un peu d'azote dans le gaz, une correction conduit à la densité 19,7 pour l'argon pur.

X. — Densité de l'argon préparé au moyen du magnésium.

On a déjà donné cette densité : elle est de 19,09, et, après traitement par l'oxygène et l'étincelle, elle s'élève à 20. Les meilleurs résultats d'une série de déterminations ont donné comme moyenne 19.90. La difficulté réside dans l'enlèvement total de l'azote. L'échantillon de densité 19,90 ne montrait plus le spectre de ce gaz. La densité la plus haute obtenue fut 20,38. Mais on a pu faire une erreur en raison du poids élevé du ballon.

XI. — Spectre de l'argon.

Le spectre de l'argon consiste en un grand nombre de lignes distribuées sur la presque totalité du champ visible. Deux lignes sont spécialement caractéristiques. Elles sont moins réfrangibles que les lignes rouges de l'hydrogène ou du lithium et permettent d'identifier ce gaz. On trouvera ci-dessous une communication de M. Crookes sur ce sujet. Ce physicien et M. le Professeur Schuster ont identifié, par l'étude spectrale, l'argon provenant de l'azote atmosphérique traité par le magnésium, et celui que l'on prépare par l'étincelle en présence de soude.

XII. — Solubilité de l'argon dans l'eau.

L'eau à 12° dissout 3^{vol}, 94 °/₀ d'argon préparé par l'étincelle ; à 13°,9 elle dissout 4^{vol},05 °/₀ du même gaz préparé par le magnésium. Ce corps est donc deux fois et demi plus soluble que l'azote et presque autant que l'oxygène. Ce fait nous amène à remarquer que les gaz provenant de l'eau pure renfermeront une proportion d'argon plus grande que celle de l'atmosphère. L'expérience confirme cette remarque. On a pesé l'azote provenant du gaz de l'eau d'une citerne. Les poids furent 2,3221 gr. et 2,3327 gr., soit un excès de 24 milligrammes sur le poids de l'azote pur et de 11 milligrammes sur celui de l'azote atmosphérique.

XIII. — Caractères a basse température.

Des expériences préliminaires entreprises pour liquéfier l'argon à — 90° sous 100 atmosphères échouèrent. On ne constata pas trace de liquéfaction. M. Olszewski reconnut que le point critique de ce gaz et son point d'ébullition sont situés plus bas que ceux de l'oxygène. Il a obtenu l'argon en cristaux blancs en opérant sur un échantillon très pur préparé par le magnésium et ne renfermant pas trace d'azote appréciable au spectroscope.

XIV. — Rapport des chaleurs spécifiques.

Pour déterminer si ce gaz est un élément ou un corps composé, nous avons entrepris une série de recherches sur la vitesse de propagation du son dans ce milieu. Rappelons à ce sujet que, de la vitesse du son dans un gaz, on peut déduire le rapport de la chaleur spécifique à pression constante à celle à volume constant, d'après l'équation :

$$\eta\lambda = v = \sqrt{\frac{e}{d}\,(1 + \alpha t)\,\frac{c}{c}}$$

où

η est le nombre de vibrations.
λ la longueur d'onde.
v la vitesse.

e le coefficient d'élasticité isothermique.

d la densité.

$(1 + \alpha t)$ le binôme de température.

C la chaleur spécifique à pression constante.

c la chaleur spécifique à volume constant.

En comparant à la même température deux gaz obéissant avec une approximation suffisante à la loi de Mariotte et en employant le même son, plusieurs termes disparaissent, et le rapport des chaleurs spécifiques de l'un des gaz peut être déduit de celui de l'autre, si ce dernier est connu, par la proposition suivante :

$$\frac{\lambda^2 d}{\lambda'^2 d'} = \frac{1,41}{x}$$

où, par exemple, λ et d se rapportent à l'air pour lequel ce rapport est 1,41 d'après Röntgen, Wüllner, Kayser, Jamin et Richard.

Deux séries complètement différentes d'expériences, — une dans un tube de 2 millimètres de diamètre, l'autre dans un tube de 8 millimètres, faites avec des échantillons de gaz complètement différents, — ont donné comme rapport pour la première série 1,65 et pour la seconde 1,61.

Des expériences de contrôle exécutées avec le premier tube ont donné pour l'acide carbonique 1,276, au lieu de 1,288, moyenne des déterminations faites jusqu'à ce jour.

La demi-longueur d'onde du son dans l'hydrogène a été trouvée de 73,6 au lieu de 74,5, moyenne antérieure, et le rapport des chaleurs spécifiques de l'hydrogène fut 1,39 au lieu de 1,402.

L'argon donne comme rapport des chaleurs spécifiques 1,66. C'est donc, comme on le verra plus loin, un gaz dans lequel toute l'énergie est de translation.

Le seul gaz donnant des résultats semblables est la vapeur de mercure à haute température.

XV. — Essais pour produire des combinaisons chimiques de l'argon.

Nous avons fait de nombreuses expériences pour faire entrer l'argon en combinaison. Ces essais ont été négatifs jusqu'à maintenant. Sous l'influence de l'étincelle, l'argon ne se combine ni avec l'oxygène en présence des alcalis, ni avec l'hydrogène en présence des acides ou des bases, ni avec le chlore sec ou humide. Il ne réagit pas sur le phosphore et le soufre au rouge vif. On peut distiller le tellure dans un courant de ce gaz; dans les mêmes conditions le potassium et le sodium conservent leur éclat métallique. Il n'est pas absorbé en passant sur de la soude caustique ou sur de la chaux sodée chauffée au rouge blanc.

Le nitrate de potassium, le peroxyde de sodium, à la même température, ne réagissent pas sur ce corps. Il en est de même des persulfures de sodium et de calcium, dans les mêmes conditions. Il n'est absorbé ni par le noir, ni par l'éponge de platine; il n'est pas transformé par les oxydants, l'eau régale, l'eau de brome, les alcalis, l'acide chlorhydrique, le permanganate de potassium. Nous essayons en ce moment l'action du fluor; les difficultés matérielles à surmonter sont considérables; nous essaierons aussi l'action de l'arc électrique.

Un mélange de sodium et de silice et de sodium et d'anhydride borique sont aussi sans action; l'argon résiste donc à l'action du silicium ou du bore naissant.

XVI. — Conclusions

Il reste à discuter la nature du gaz ou du mélange de gaz dont nous venons de considérer les propriétés.

La présence de ce corps dans l'atmosphère est nettement démontrée par l'augmentation de la densité de l'azote atmosphérique par rapport à celle de l'azote chimique. Si cette densité est 20, l'air doit en contenir environ 1 % ; c'est, en effet, ce que l'on constate approximativement.

On peut aussi augmenter par diffusion la proportion de ce gaz dans l'air; on constate ce fait, comme nous l'avons vu, par l'augmentation de densité.

La solubilité de l'argon dans l'eau permet aussi de démontrer sa présence dans les gaz de l'eau en excès par rapport à l'air.

Enfin, préparé par deux procédés différents, d'une part par le magnésium, d'autre part par l'oxygène et l'étincelle, ce gaz est, dans les deux cas, identique, ainsi qu'on le reconnaît par l'étude du spectre, par la densité et par la solubilité dans l'eau.

L'argon est-il un élément ou un mélange d'éléments ?

Clausius a montré que si K est l'énergie de translation des molécules d'un gaz et H leur énergie cinétique, on a :

$$\frac{K}{H} = \frac{3(C - c)}{2c}.$$

C et c étant respectivement les chaleurs spécifiques à pression et à volume constants :

Donc, si pour l'argon, comme pour la vapeur de mercure, le rapport des chaleurs spécifiques

$$\frac{C}{c} = 1 + \frac{2}{3}$$

il s'ensuit que K = H ou que l'énergie cinétique totale du gaz est employée au mouvement de translation de ses molécules.

Dans le cas du mercure, l'absence d'énergie inter-atomique est regardée comme une preuve du caractère mono-atomique de la vapeur de ce corps.

Cette conclusion doit être également acceptable pour l'argon. La seule hypothèse possible serait d'admettre, si la molécule de l'argon est di- ou poly-atomique, que les atomes n'acquièrent aucun mouvement relatif même de rotation, conclusion extrêmement improbable en elle-même et supposant la sphéricité d'un semblable complexus d'atomes. Comme un gaz mono-atomique ne peut être qu'un élément ou un mélange d'éléments, il s'ensuit que l'argon ne peut être considéré comme un corps composé. D'après la loi d'Avogadro, la densité d'un gaz par rapport à l'hydrogène est la moitié de son poids moléculaire. Comme la densité de l'argon est 20, son poids moléculaire doit être 40. Mais ici la molécule est identique à l'atome, donc le poids atomique ou, si nous avons affaire à un mélange, la moyenne des poids atomiques du mélange doit être 40. (Les gaz étant pris, bien entendu, dans les mêmes proportions que dans le mélange.)

Il y a deux arguments, un pour et un contre l'hypothèse que l'argon est un mélange. Nous citerons, comme appuyant l'hypothèse de la complexité de ce corps, les expériences de M. Crookes sur la dualité de son spectre; comme la combattant, les recherches de M. Olszewski. Ce dernier a, en effet, constaté l'existence d'un point de fusion et d'un point d'ébullition constants, d'une température et d'une pression critique définies. Si on comprime le gaz en présence du liquide, la pression reste sensiblement constante jusqu'à ce que tout le gaz soit liquéfié. Ces dernières expériences constituent un critérium bien connu de la pureté d'une substance; celles de Crookes ne caractérisent pas d'une façon certaine une nature complexe. Pour conclure avec certitude, il est évident qu'il faudra apporter de nouveaux faits. Cependant on peut pencher, pour le moment, à considérer l'argon comme un corps simple.

Il nous reste à discuter les relations d'un élément de poids atomique 40 avec les autres éléments.

Tout d'abord, nous avions cru que l'argon est un des éléments accompagnant le fluor dans la classification périodique; donc, avec son poids atomique 20, il devait prendre place entre le fluor 19 et le sodium 23. La découverte de la nature mono-atomique de sa molécule oblige à rejeter cette hypothèse. La série des éléments possédant un poids atomique voisin de 40 est la suivante :

Chlore	35.5
Potassium	39.1
Calcium	40.0
Scandium	44.

Il n'y a pas de doute que le potassium, le calcium et le scandium sont sériés à juste titre dans les colonnes verticales avec le lithium, le glucinium et le bore, et qu'ils présentent aussi certaines relations avec le rubidium, le strontium et l'yttrium (pour ce dernier, ce n'est pas très certain).

Si l'argon est un élément simple, alors ce serait une raison de douter que la classification des éléments soit complète, et qu'il ne puisse exister d'autres éléments que ceux que prévoit cette classification.

D'un autre côté, si l'argon est un mélange de deux éléments, il pourrait trouver place dans le huitième groupe l'un après le chlore, l'autre après le brome.

Nous pouvons supposer que 37 (moyenne approximative entre les poids atomiques du chlore et du potassium) est le poids atomique de l'élément le plus léger. Alors, 40 étant le poids atomique moyen du mélange des deux corps inconnus, si nous supposons que le second élément a un poids atomique compris entre ceux du brome 80 et du rubidium 85,5, soit 82, le mélange devrait contenir 93,3 °/₀ du corps le plus léger et 6,7 °/₀ du corps le plus lourd.

Mais alors il est fort improbable que 6,7 °/₀ d'un élément à poids atomique aussi élevé aient pu échapper à l'observation durant la liquéfaction.

Si nous supposons que l'argon appartient au huitième groupe de Mendeléeff, alors ses propriétés cadreront bien avec ce que nous pouvons supposer. On peut, en effet, admettre que la série qui contient

$$Si_{\alpha}^{IV}, \quad Ph_{4}^{III \text{ et } V}, \quad S_{\text{à } 2}^{II \text{ à } VI} \quad \text{et} \quad Cl_{2}^{I \text{ à } VII}$$

peut parfaitement se terminer par un élément à molécule monatomique et sans valence, incapable de donner de composés, ou, s'il en donne, formant des composés octatomiques. Ce corps sera, d'autre part, une forme de transition nous amenant au potassium monovalent.

De telles conceptions sont purement spéculatives, elles sont cependant excusables : car elles permettront peut-être de trouver un fil conducteur et de porter la lumière dans les anomalies de cet élément curieux.

Pour conclure, il n'y a rien d'étonnant que l'argon soit aussi indifférent vis-à-vis des autres corps. Le mercure, en effet, quoiqu'également mono-atomique, donne des composés qui, par aucun moyen, ne sont stables à haute température à l'état gazeux. Essayer à la température ordinaire de produire des composés de l'argon, c'est exactement comme si l'on essayait de combiner le mercure gazeux à 800°.

Si nous considérons maintenant l'état physique de l'argon, pourquoi est-ce un gaz, malgré son poids

atomique 40 ? Nous ferons remarquer que nous ne savons nullement pourquoi le carbone, dont le poids atomique est faible, est un solide, alors que l'azote est un gaz. Nous expliquons ce fait en assignant au premier une complexité moléculaire considérable par rapport à la simplicité moléculaire relative du second. On doit s'attendre à ranger l'argon parmi les gaz, en raison de sa densité relativement faible et de sa molécule simple.

L'inertie de l'argon, d'où dérive son nom, nous explique pourquoi il n'a pas encore été découvert parmi les éléments composés.

On peut lui attribuer le symbole A si on le considère comme un corps simple [1].

J.-W. Rayleigh et **W. Ramsay**
Secrétaire perpétuel de la Société Royale de Londres. — de la Société Royale de Londres, Pr à University College.

LES SPECTRES DE L'ARGON

Grâce à l'amabilité de Lord Rayleigh et du Professeur Ramsay, il m'a été permis d'examiner le spectre de l'argon dans un très bon spectroscope, et aussi de prendre des photographies de ses spectres au moyen d'un spectrographe muni d'un système optique entièrement en quartz.

L'argon ressemble à l'azote en ce qu'il donne deux spectres distincts, suivant l'intensité du courant d'induction employé. Mais, tandis que les deux spectres de l'azote sont de caractère différent, l'un présentant des bandes estompées et l'autre des raies fines, les deux spectres de l'argon sont constitués l'un et l'autre par des raies fines. Il est toutefois très difficile d'obtenir de l'argon contenant assez peu d'azote pour ne pas présenter d'abord les bandes de ce dernier gaz superposées à son système propre de lignes. J'ai employé de l'argon préparé par Lord Rayleigh, le Professeur Ramsay et moi-même, et, si pur d'azote qu'il parût être, j'ai toujours pu apercevoir les bandes de l'azote dans le spectre. Toutefois, ces bandes disparaissent bientôt quand l'étincelle d'induction a passé dans le tube pendant un certain temps, qui varie de quelques minutes à quelques heures. Les tubes à vide qui conviennent le mieux pour montrer les spectres sont de la forme ordinaire de Plücker et ont une partie capillaire au milieu. Pour photographier les radiations très réfrangibles qui sont arrêtées par le verre, j'ai employé un tube semblable présentant une fenêtre de quartz à une extrémité.

La pression de l'argon qui donne la plus grande luminosité et le spectre le plus brillant est 3 millimètres. La couleur de la décharge est alors rouge orangé, et le spectre est riche en radiations rouges; deux particulièrement intenses ont des longueurs d'onde de 696,56 et 705,64. En faisant passer le courant, les traces des bandes de l'azote disparaissent bientôt et on voit le spectre absolument pur de l'argon. A cette pression le platine des pôles est projeté sur les verres des tubes, par suite de ce que j'ai appelé « évaporation électrique » [2] et je pense que l'azote résiduel est absorbé par le métal finement divisé. Des absorptions semblables sont fréquemment remarquées par ceux qui se servent beaucoup de tubes à vide.

En diminuant encore la pression et intercalant une bouteille de Leyde dans le circuit, on voit la couleur de la décharge lumineuse passer du rouge à un beau bleu d'acier et le spectre présente un ensemble de lignes presque entièrement différent. Il n'est pas facile d'obtenir la couleur et le spectre bleus entièrement privés de rouge. On obtient facilement le rouge en employant une grosse bobine [3] mise en marche par un courant de 3 ampères sous 6 volts. La couleur n'a alors aucune tendance à devenir bleue.

On peut obtenir la couleur bleue avec la grande bobine en la mettant en marche par un courant de 3, 84 ampères sous 11 volts et intercalant une bouteille de 50 pouces carrés de surface. L'interrupteur doit être réglé de façon à vibrer aussi rapidement que possible. La lueur rouge est produite par l'étincelle positive et la bleue par l'étincelle négative.

J'ai pris des photographies des deux spectres de l'argon partiellement superposés [4]. On peut ainsi constater facilement leur dissemblance. Dans le spectre de la lueur bleue, j'ai compté 119 raies et.

---

[1] Ce mémoire, que la *Société Royale de Londres* n'a pas encore publié, a été traduit, à l'intention de nos lecteurs, par notre collaborateur M. E. Charon. (*N. de la Direction.*)

[2] *Roy. Soc. Proc.* vol. L, p. 88, juin 1891 et *Revue générale des Sciences*, numéro du 15 août 1891, t. II, page 497.

[3] La bobine employée a environ soixante milles de fil secondaire, et quand elle fonctionne à plein débit, elle donne un torrent d'étincelles de 24 pouces de long. La bobine la plus petite donne des étincelles de 6 pouces quand on l'entretient avec six éléments Grove d'une demi-pinte.

[4] Des photographies des différents spectres de l'argon et d'autres spectres gazeux pour faire la comparaison ont été projetées.

dans celui de la lueur rouge, 80 raies, ce qui fait en tout 199 ; 26 d'entre elles paraissent être communes aux deux spectres.

J'ai dit que l'azote résiduel est éliminé quand on fait passer l'étincelle dans le tube pendant quelque temps après avoir soudé les extrémités de platine. Ce n'est pas la seule façon de purifier l'argon. Le Professeur Ramsay a eu l'amabilité de me permettre d'apporter quelques tubes à vide dans son laboratoire, pour les y remplir de son argon le plus pur. A cette occasion j'ai simultanément rempli, vidé et scellé deux tubes de Plücker, dont l'un avait des extrémités de platine et l'autre des extrémités d'aluminium. En étudiant le gaz immédiatement après les avoir scellés, j'observais dans chaque tube le spectre de l'argon, souillé par un vestige des bandes de l'azote. Le lendemain le tube à électrodes de platine n'avait pas changé, mais celui qui avait des électrodes d'aluminium présentait le spectre pur de l'argon, les faibles bandes de l'azote ayant entièrement disparu pendant la nuit. Après avoir fait passer l'étincelle pendant une heure et laissé reposer le tube à extrémités de platine pendant plusieurs jours, j'obtins de nouveau le spectre pur de l'argon. Quand on fait passer l'étincelle à travers de l'argon contenu dans un tube de quartz pur fondu sans extrémités métalliques intérieures, les bandes de l'azote ne disparaissent pas du spectre de l'argon, les spectres de l'argon et de l'azote continuent à être vus simultanément.

J'ai rempli un tube à vide d'argon pur, et l'ai maintenu en communication avec la pompe en faisant les observations sur le spectre du gaz pendant qu'on produisait la raréfaction. J'employais la grande bobine avec un courant de 884 ampères sous 11 volts, sans interposer de bouteille de Leyde.

A une pression de 3 millimètres, le spectre était celui de la lueur rouge fine. Ce spectre persistait pendant que la raréfaction augmentait jusqu'à ce que, sous une pression d'un demi-millimètre environ, apparussent des traînées de lumière bleue. Sous un quart de millimètre, la couleur du gaz incandescent était bleu pur, et le spectre ne montrait aucune trace de la lueur rouge.

On a fait alors une expérience pour voir si la faible quantité d'argon contenue normalement dans l'atmosphère pouvait être décelée sans concentration préalable. J'ai préparé de l'azote extrait de l'atmosphère par la combustion du phosphore, et on l'a purifié par la méthode habituelle. Ce gaz, bien desséché sur l'anhydride phosphorique, fut introduit dans un tube à vide, qu'on lava d'air en le remplissant et le vidant deux fois, et le tube fut finalement scellé à une pression de 52 millimètres. Je l'employai pour photographier le spectre des bandes de l'azote à plusieurs reprises, et je l'exposai au courant d'induction de la bobine pendant huit heures en tout, sans remarquer aucun changement. La dernière fois que je photographiai son spectre, j'éprouvai de la difficulté à faire passer l'étincelle, de sorte que j'augmentai l'intensité du courant et que j'intercalai une petite bouteille. La couleur passa immédiatement du jaune rougeâtre de l'azote au bleu de l'argon, et, en interposant le spectroscope, je vis les raies de l'argon presque sans aucun mélange des bandes de l'azote. Avec beaucoup de difficulté et en employant une bouteille très petite, je réussis à prendre une photographie de ce spectre pour la comparer à celle du spectre de l'argon fourni par le Pr Ramsay, les deux étant prises sur la même plaque; mais bientôt le tube cessa d'être conducteur, et je ne pus contraindre l'étincelle à y passer qu'en employant un courant d'une intensité dangereuse. Chaque fois qu'une lueur passait, elle était d'une couleur bleue foncée. En supposant que l'absorption contienne 1 % d'argon, les 3 millimètres d'azote, introduits d'abord dans le tube, contiendraient 0,03 millimètres d'argon. Après l'atmosphère de l'azote par le platine volatilisé, cette pression de l'argon serait voisine de celle où la conductibilité disparaît.

Dans tous les cas où l'argon a été obtenu de cette façon, le spectre a été celui du gaz bleu à l'incandescence. On ne peut voir qu'un petit nombre de raies rouges. Le passage du rouge au bleu dépend surtout de la force et de la température de l'étincelle, en partie aussi du degré de vide. Il n'est pas improbable et je comprends que des observations indépendantes aient déjà conduit ceux qui l'ont découvert à la même conclusion : que le gaz argon n'est pas un corps simple, mais un mélange de deux éléments au moins, dont l'un présente les lueurs rouges et l'autre les bleues, chacun ayant son spectre distinct.

L'hypothèse que ce serait un gaz simple peut toutefois s'appuyer sur l'analogie avec les autres gaz. Ainsi, l'azote a deux spectres distincts : l'un ou l'autre se produisent quand on fait varier la pression et l'intensité de l'étincelle. J'ai fait des tubes à vide contenant de l'azote raréfié, qui présentent successivement les bandes estompées ou le spectre de raies fines quand on tourne simplement la vis de l'interrupteur, exactement comme on peut passer d'un spectre de l'argon à l'autre.

J'ai préparé des tubes contenant d'autres gaz aussi bien que de l'azote à différentes pressions, et j'ai étudié leurs spectres à la fois par l'observation directe et par la photographie. Le spectre de raies fines de l'azote est loin d'être aussi remarquable par l'éclat, le nombre et la netteté des lignes que le sont ceux de l'argon, et une compa-

raison soignée ne montre pas plus d'une ou deux coïncidences apparentes entre les raies des deux spectres. Entre les deux spectres de l'argon et le spectre de bandes de l'azote, il y a deux ou trois lignes très rapprochées ; mais, en projetant une image agrandie des deux spectres partiellement superposés, on voit que deux au moins d'entre elles ne sont pas des coïncidences réelles.

J'ai recherché s'il y avait une indication de raies dans les spectres de l'argon correspondant à la raie de la couronne de longueur d'onde 531,7, à la raie de l'aurore 557,1 et à la raie de l'hélium 587,5 ; mais je n'ai pas réussi à découvrir de raies de l'argon suffisamment voisines de ces positions pour coïncider dans les limites des erreurs expérimentales. Je n'ai pas trouvé d'autre gaz ou vapeur donnant un spectre, qui fournissent des spectres entièrement semblables à ceux de l'argon, et les coïncidences apparentes dans quelques-unes des raies, qu'on a remarquées dans un ou deux cas, ont été très rares et disparaîtraient probablement si on employait une dispersion plus forte. Autant donc qu'on peut le conclure de l'étude du spectre, le verdict doit être que lord Rayleigh et le Pr Ramsay ont ajouté un membre nouveau, sinon deux, à la famille des corps simples [1].

William Crookes,
de la Société Royale de Londres.

LA LIQUÉFACTION ET LA SOLIDIFICATION DE L'ARGON

Ayant reçu, de l'amabilité du Professeur Ramsay un échantillon du nouveau gaz, l'argon, j'ai exécuté des expériences sur la façon dont il se comporte à basse température sous de hautes pressions, pour contribuer, au moins en partie, à la détermination des propriétés de ce corps intéressant.

La quantité d'argon envoyée par le Professeur Ramsay était de 300 centimètres cubes. Le gaz était contenu dans une ampoule de verre scellée, construite de telle façon qu'il pouvait être aisément transvasé, sans perte appréciable, dans l'appareil vide et soigneusement desséché où l'on devait exécuter les expériences projetées. L'argon qui m'avait été fourni avait été, comme l'a indiqué le Professeur Ramsay, desséché par l'anhydride phosphorique ; sa densité était 19,9 (H=1) ; mon ami pensait qu'il pouvait contenir comme impureté 1 ou 2 °/o d'azote, bien qu'on n'observât pas le spectre de l'azote en l'examinant dans un tube de Plücker.

On a fait en tout quatre séries d'expériences, deux dans le but de déterminer la température critique et la pression de l'argon, aussi bien que de mesurer sa tension de vapeur à plusieurs autres températures basses, tandis que deux autres séries ont servi à déterminer ses points d'ébullition et de solidification sous la pression atmosphérique aussi bien que sa densité au point d'ébullition.

Une description détaillée de ces expériences sera donnée plus tard ; je donnerai seulement ici une courte description de la façon dont elles étaient conduites.

Pour les deux premières expériences, j'ai employé un appareil Cailletet. Le manomètre métallique avait été préalablement comparé aux indications d'un manomètre à mercure. Comme agent refroidissant j'ai employé l'éthylène liquide bouillant sous une faible pression. Le tube de verre de l'appareil Cailletet était disposé de telle façon que la partie immergée dans l'éthylène liquide avait des parois relativement minces (ne dépassant pas 1 millimètre), de façon à égaliser les températures extérieure et intérieure aussi rapidement que possible.

Dans les deux autres expériences, l'argon était contenu dans une burette, fermée aux deux extrémités par des robinets de verre. En réunissant l'extrémité inférieure de la burette à un réservoir à mercure, on transvasait l'argon dans un tube de verre étroit soudé par sa partie inférieure à la partie supérieure de la burette et dans lequel on liquéfiait l'argon et on mesurait son volume à l'état liquide. Dans ces deux séries d'expériences l'oxygène liquide, bouillant sous la pression atmosphérique ou sous une pression réduite, était employé comme agent refroidissant. J'ai fait usage d'un thermomètre à hydrogène dans toutes ces expériences pour mesurer les basses températures.

I. — Détermination des constantes critiques de l'argon.

Aussitôt que la température de l'éthylène liquide avait été abaissée à — 128°6, l'argon se condensait aisément en un liquide incolore sous la pression de 38 atmosphères. En élevant lentement la température de l'éthylène, le ménisque de l'argon liquide devenait de moins en moins distinct,

[1] Traduction faite, pour la *Revue*, par notre collaborateur M. Raveau. *(N. de la Direction.)*

et, finalement, s'évanouissait aux températures suivantes et aux pressions correspondantes :

EXP.	TEMPÉRATURE	PRESSION
1.....	—121.2°	50.6 atmos.
2.....	—121.6	50.6
3.....	—120.5	50.6
4.....	—121.3	50.6
5.....	—121.4	50.6
6.....	—119.8	50.6
7.....	—121.3	50.6

Dans les sept déterminations la pression critique trouvée a été de 50,6 atm.; mais les déterminations de la température critique présentent de légères différences. Dans les expériences n° 3 et 6 il y avait moins d'argon liquide dans le tube que dans les cinq autres; dans celles-ci le volume du liquide dépassait celui du gaz.

En déterminant les tensions de vapeur de l'argon dont on trouvera plus bas un tableau, j'ai remarqué de légères différences de pression suivant qu'on produisait plus ou moins de liquide à la même température. Cela prouve que l'échantillon d'argon contenait une quantité appréciable d'un autre gaz, plus difficile à liquéfier; c'est sans aucun doute la trace d'azote dont on a parlé plus haut. La moyenne des sept déterminations de la température critique est — 121° et ce nombre peut être pris comme température critique de l'argon.

A des températures plus basses on a observé les tensions de vapeur ci-dessous :

EXP.	TEMPÉRATURE	PRESSION
8.....	—128.6°	38.0 atmos.
9.....	—129.6	35.8
10.....	—129.4	35.8
11.....	—129.3	35.8
12.....	—129.6	35.8
13.....	—134.4	29.8
14.....	—135.1	29.0
15.....	—136.2	27.3
16.....	—138.3	25.3
17.....	—139.1	23.7

Dans les expériences 9, 10 et 17, l'argon liquéfié était en quantité très petite, car il ne s'élevait qu'à une hauteur de 3 à 5 millimètres, et, dans les autres expériences, la colonne d'argon liquide atteignait ou dépassait 20 millimètres.

II. — Détermination des points de fusion et d'ébullition[1]

200^{cc} d'oxygène liquide, préparés dans mon grand appareil, sont versés dans un vase de verre à quadruple paroi de façon à isoler le liquide de la chaleur extérieure. Lorsque le liquide a été versé, sous la pression atmosphérique une grande partie s'évapore, mais il en reste encore 70 environ, bouillant sous la pression atmosphérique. On plonge dans l'oxygène bouillant un tube calibré, préparé pour recevoir l'argon qu'on veut liquéfier et le thermomètre à hydrogène. A cette température (—182°,7) l'argon introduit ne présente aucun indice de liquéfaction, même quand on le comprime en augmentant d'un quart d'atmosphère la pression qu'il subit. Ceci prouve que son point d'ébullition est au-dessous de celui de l'oxygène. Mais, en abaissant la température de l'oxygène[1] liquide au-dessous de — 187°, la liquéfaction de l'argon devient manifeste. Lorsqu'elle se fut produite, je ramenai la pression de l'argon à être exactement celle de l'atmosphère, et je réglai la température jusqu'à ce que l'équilibre pût se maintenir longtemps. Ce procédé donne le point d'ébullition de l'argon sous la pression atmosphérique. Quatre expériences ont donné les nombres — 186°,7, — 186°,8, — 187° et — 187°,3. La moyenne est — 186°,9, que je considère comme étant le point d'ébullition sous la pression atmosphérique (740,5 millim.).

La quantité d'argon employée dans ces expériences, ramenée à la pression et à la température normales, était de 95,5 ; la quantité de liquide correspondant à ce volume de gaz était approximativement 0^{cc},114. Par suite, la densité de l'argon à son point d'ébullition est approximativement 1,5. Deux autres déterminations de la densité de l'argon liquide, pour lesquelles j'ai employé des quantités de gaz encore plus faibles, ont donné des nombres encore plus bas. Par suite de la faible quantité d'argon employée dans ces expériences, les nombres donnés ne peuvent prétendre à une grande exactitude ; cependant ils prouvent que la densité de l'argon à son point d'ébullition (— 187°), est beaucoup plus forte que celle de l'oxygène, que j'ai trouvée, dans des conditions semblables, égale à 1,124.

Si l'on abaisse la température de l'oxygène à — 191° en faisant le vide lentement, l'argon se solidifie en une masse cristalline, ressemblant à de la glace; en abaissant encore la température, il devient blanc et opaque. Quand on élève la température, il fond; quatre observations que j'ai faites pour déterminer son point de fusion ont donné les nombres : — 189°,0, — 190°,6, — 189°,6 et — 189°,4. La moyenne de ces nombres est — 189°,6; et on peut prendre ce nombre pour le point de fusion de l'argon.

Voici un tableau de comparaison des constantes physiques dans lesquelles celles de l'argon sont rapprochées de celles des autres gaz dits « perma-

[1] *Bulletin international de l'Académie de Cracovie*, juin 1894; et Wiedemann's, *Beiblätter*, XV, p. 29.

[1] J'ai déterminé à nouveau le point d'ébullition de l'oxygène, en employant de grandes quantités d'oxygène, et un thermomètre à hydrogène de dimensions beaucoup plus grandes qu'auparavant. La température en degrés est de 1°,3 inférieure à celle que j'avais donnée précédemment.

nents ». Au point de vue de la difficulté qu'il y a à le liquifier, il occupe la quatrième place, c'est-à-dire qu'il vient entre l'oxyde de carbone et l'oxygène. La façon dont il se comporte pendant la liquéfaction le rapproche beaucoup de l'oxygène, mais il en diffère entièrement par la propriété qu'il possède de se solidifier ; on sait que l'oxygène n'a jamais été amené encore à l'état solide.

La grande densité de l'argon rendait probable que sa liquéfaction se produirait à une température plus élevée que celle de la liquéfaction de l'oxygène. La température critique et son point d'ébullition, beaucoup plus bas qu'on ne l'aurait prévu, semblent être en relation avec la simplicité également imprévue de sa constitution moléculaire.

Tableau

NOM	TEMPÉRATURE CRITIQUE AU-DESSOUS DE ZÉRO	PRESSION CRITIQUE ATMOS.	POINT D'ÉBULLITION	POINT DE SOLIDIFICATION	PRESSION DE SOLIDIFICATION M.M	DENSITÉ DU GAZ	DENSITÉ DU LIQUIDE AU POINT D'ÉBULLITION	COULEUR DU LIQUIDE
Hydrogène (H^2)	—220.0	20.0	?	?	?	1.0	?	incolore
Azote (Az^2)	—146.0	35.0	194.4	—214.0	60	14.0	0.885	»
Oxyde de carbone (CO)	—139.5	35.5	190.0	—207.0	100	14.0	?	»
Argon (A^1)	—121.0	50.6	187.0	—189.6	?	19.9	env. 1.5	»
Oxygène (O^2)	—118.8	50.8	182.7	?	?	16.0	1.124	bleu
Bioxyde d'azote (AzO)	— 93.5	71.2	153.6	—167.0	138	15.0	?	incolore
Méthane (CH^4)	— 81.8	54.9	164.0	—185.6	80	8.0	0.415	»

K. Olszewski,
Pr de Physique à l'Université de Cracovie.

DISCUSSION SUR L'ARGON A LA SOCIÉTÉ ROYALE

*Après la lecture des trois Mémoires qu'on vient de lire et qui ont suscité l'enthousiasme de l'illustre assemblée, les Présidents de la Société Royale, de la Société de Chimie, de la Société de Physique, et plusieurs membres de ces savantes Compagnies ont pris la parole pour témoigner à Lord Rayleigh et au Professeur Ramsay l'admiration que provoque, chez tous les amis de la science, cette grande et mémorable découverte de l'*argon.

A ce propos, plusieurs remarques d'une extrême importance ont été émises au sujet des propriétés que les faits d'expérience semblent assigner à l'argon.

Grâce à la bienveillance de M. le Président et de MM. les Secrétaires perpétuels de la Société Royale, la Revue *a la bonne fortune de pouvoir faire connaître à ses lecteurs la discussion qui a clos cette grande journée.*

Le Pr Ramsay présente deux tubes de verre scellés qui, dit-il, contiennent de l'argon et les fait passer de main en main. Il dit que plusieurs de ses amis l'ont prié de leur montrer le gaz. Cependant ce gaz est tout à fait invisible.

Lord Kelvin (*Président de la Société Royale*). — Ce sera une satisfaction, j'en suis sûr, pour toutes les personnes présentes, de tenir dans leurs mains un de ces tubes et d'avoir réellement manié un tube de verre contenant de l'argon.

Dr Armstrong (*Président de la Société de Chimie*). — Je suis sûr que toutes les personnes présentes aujourd'hui qui sont capables de juger une communication de cette espèce et toutes les autres au dehors s'uniront joyeusement au chœur que M. Crookes a proposé de chanter. Mais je voudrais, parlant spécialement au nom des chimistes,— et je sais que le Pr Ramsay se joindra à moi à cet effet et se dissociera de son collaborateur, — je voudrais dire que nous nous sentons particulièrement obligés en cette occasion vis-à-vis de Lord Rayleigh, non seulement à cause de l'intérêt extraordinaire des détails qu'il nous a fournis, mais plus particulièrement à cause de l'exemple qu'il nous a donné. Vous avez, Monsieur le Président, dans votre discours de cette année, fait une excellente allusion à la patience avec laquelle Lord Rayleigh a suivi à la trace ce nouvel élément jusqu'à la découverte. Je suis persuadé que les paroles que vous avez prononcées rencontreront la plus vive approbation partout où l'on pourra comprendre ce travail (*Applaudissements*). La question agitée dans ce mémoire est certainement très grave. Je pense qu'il sera parfaitement clair pour tous ceux qui ont écouté les lectures qu'il y a un ensemble solide de preuves démontrant qu'il existe dans l'atmosphère un élément qui a été longtemps inconnu et un élément qui présente les propriétés les plus extraordinaires. Ce mémoire n'est pas de ceux qui, au point de vue des faits expérimentaux, peuvent être discutés ici. Il n'est pas douteux qu'il soulèvera d'immenses discussions dans le monde entier. On ne se contentera pas d'accepter tous ces résultats comme établis, sans les avoir vérifiés, et je ne doute pas un instant que nous n'ayons bientôt de nombreuses confirmations de l'exactitude de la

découverte. Mais, en mettant à part les faits exposés dans ce mémoire, il y a une partie qui est entièrement, on pourrait presque dire, s'il est permis d'employer cette expression ici, d'un caractère furieusement spéculatif; c'est la partie qui traite de la nature probable de cet élément. Le Pr Ramsay, dans ses remarques, a supprimé en quelque sorte la difficulté d'une façon qui n'apparaît pas quand on lit le mémoire, parce qu'il est parfaitement clair que, somme toute, les auteurs de la communication ne sont pas bien convaincus de la légitimité d'une application de la méthode de Clausius à la détermination de l'atomicité des gaz. Je pense qu'il n'ont pas suffisamment tenu compte, dans cette démonstration, des propriétés extraordinaires que possède ce gaz.

L'azote, que nous connaissons, est une forme très inerte de la matière ; mais on sait que le caractère de l'azote déduit de son étude dans l'atmosphère est un caractère tout à fait inexact. On sait parfaitement que, considéré en tant qu'élément et traité en tant qu'atome, l'azote est probablement une des formes de la matière les plus actives que nous connaissions, et que la grande difficulté qu'on éprouve à réaliser sa combinaison avec d'autres éléments, quand on étudie ce gaz, résulte de son extrême affinité, de son extrême amour de soi-même. Si nous pouvons déduire quelque chose des propriétés que nous connaissons pour l'appliquer à l'élément nouveau, l'argon, c'est, je crois, qu'il a le même caractère que l'azote, mais à un degré beaucoup plus élevé. Le Pr Ramsay a indiqué que si on rejette la conclusion que semblent adopter les auteurs, il ne reste qu'une seule interprétation; mais celle-ci est parfaitement admissible. Il est très vraisemblable que les deux atomes existent, si enserrés dans leur étreinte mutuelle qu'il leur est absolument impossible de se rendre compte de ce qui se passe au dehors, et qu'ils sont parfaitement contents de continuer à rouler ensemble, sans rien emprunter de l'énergie introduite dans la molécule. Il y a beaucoup à dire en faveur d'une vue de ce genre. Naturellement on ne peut pas la discuter indépendamment de ce qui a été dit, que le gaz pouvait être un mélange; mais il est très clair, d'après la marche de la discussion, que les résultats indiqués dans le mémoire ne sont pas aussi complètement acceptés qu'on pourrait le croire. M. Crookes est évidemment indécis au sujet de l'existence de deux éléments, et la même impression est produite par l'exposé du Pr Ramsay. Si l'on considère comme prouvé par le spectroscope que nous avons affaire à deux gaz, il n'y a pas de raison de ne pas tirer la même conclusion pour l'hydrogène et l'oxygène. L'oxygène a, je crois, trois ou quatre spectres, de sorte que la preuve spectroscopique, après tout, bien qu'elle soit à coup sûr intéressante, ne semble pas justifier une pareille conclusion. La grande difficulté qu'il y a, certainement, à accepter la conclusion que nous avons affaire à un élément ayant un poids moléculaire de 40 et un poids atomique de 40, provient de la difficulté de placer un élément de cette espèce, ce qui me semble, en fait, avoir amené les auteurs à la conclusion qu'il s'agit peut-être d'un mélange. La difficulté disparaîtrait, naturellement, s'il s'agissait d'un corps complexe, et je crois que c'est ce qu'a voulu dire le Pr Ramsay, quand il a rapporté l'un des nombres de M. Olszewski. Cette valeur faible, — si grande en comparaison de celle de l'azote déduite de la densité du liquide, — est une raison qui nous amènerait à placer le corps plus haut dans l'échelle des éléments, et à lui donner un poids moindre. Naturellement, toutes ces questions devront être discutées complètement plus tard : il y a des questions qui ne peuvent être discutées que graduellement, à mesure que nos connaissances sur ce corps s'étendront. Quant à son activité, il est possible qu'elle ait été exagérée. Il est très difficile, dans un cas comme celui-ci, de découvrir les meilleures conditions dans lesquelles il faut se placer. Nous savons parfaitement que, si nous n'étions pas en possession de l'étincelle électrique, nous ne pourrions guère avoir découvert que l'azote peut se combiner à l'hydrogène pour former directement l'ammoniaque. Nous savons que nous ne pouvons produire la combinaison des deux que si nous sommes en mesure d'enlever en même temps le corps produit; et cette condition peut bien jouer un rôle, dans un cas comme celui-ci. On sait très bien qu'il y a relativement peu de substances qui puissent se combiner directement avec l'azote. Il est très vraisemblable que nous avons ici un élément qui a des affinités encore plus rares, mais il n'en résulte nullement, — et les auteurs n'ont, d'ailleurs, pas affirmé que tel fût le cas, — que nous ayons un élément entièrement inactif, même sous la forme sous laquelle il se présente à nous. Ce n'est pas ici le moment de discuter la question complètement, mais ces points méritent certainement d'être considérés, et ils sont au nombre de ceux qui donnent au corps une telle importance, pour nous, chimistes. En concluant, je ne puis que remercier cordialement les auteurs de nous avoir fait cette communication.

Pr Rucker (*Président de la Société de Physique*). — Je crois qu'il est très important qu'en cette occasion nous nous rappelions que nous assistons à une réunion contradictoire de la Société Royale, réunion qui va immédiatement faire connaître dans le monde le résultat exact de la discussion. Il est, je pense, extrêmement important de dis-

tinguer aussi clairement que possible entre les différents points douteux qui peuvent encore subsister relativement au nouvel élément qui a été décrit aujourd'hui et le fait certain qui résulte indubitablement des faits qui nous ont été exposés, à savoir qu'en dépit des doutes qui ont pu se manifester sur la question depuis quelques semaines ou quelques mois, il est maintenant hors de toute discussion — et je cite, en m'exprimant ainsi, les termes dont s'est servi le Président de la Société chimique — que nous avons ici un nouvel élément de l'atmosphère. L'importance de ce résultat a déjà été indiquée; mais je voudrais une fois de plus insister sur le fait que ce point fondamental est définitivement acquis, sauf la question de savoir s'il y en a un ou deux, et aussi abstraction faite de celle de savoir si les diverses quantités physiques qui nous sont indiquées aujourd'hui ont été mesurées avec la précision qu'on pourra atteindre plus tard. Mais il y a un point particulier sur lequel je voudrais appeler l'attention. Il me semble que l'un des résultats les plus importants qu'on ait obtenus au point de vue physique est le fait que le gaz est monoatomique. Quelques-uns d'entre nous ont eu l'occasion de voir le mémoire avant qu'il fût lu aujourd'hui et connaissent peut-être un ou deux faits qui, je pense, n'ont pas été actuellement mentionnés par le Professeur Ramsay. Un de ces faits est que les expériences nécessaires pour déterminer le rapport des deux chaleurs spécifiques, qu'elles aient été répétées deux fois ou plusieurs fois, ont été, je le sais, exécutées par deux méthodes différentes. Elles ont été faites dans un tube étroit et elles ont été faites dans un tube large; de nouvelles expériences de contrôle ont été exécutées dans lesquelles d'autres gaz ont été comparés au nouvel élément. Il n'y a plus de place possible pour un doute sur un résultat de cette espèce, quand les expériences ont été exécutées par deux hommes tels que Lord Rayleigh et le Professeur Ramsay. La question est de celles qui ne peuvent supposer aucune erreur quand elle est traitée de cette façon, et on doit accepter comme certain que l'élément possède ce rapport particulier des chaleurs spécifiques. Alors se pose la question : Qu'en résulte-t-il ? Je pense qu'on n'a peut-être pas suffisamment indiqué qu'il est nécessaire, pour qu'on puisse obtenir ce rapport, en se basant sur la théorie mécanique ordinaire des gaz, que l'atome étudié soit considéré comme sphérique. Naturellement, je sais très bien que nos images des atomes sphériques et autres ne sont, sans doute, qu'approchées de la vérité; mais si nous sommes amenés à concevoir cet atome comme composé de deux autres qui sont intimement unis l'un à l'autre, nous devons néanmoins supposer, en partant de ce point de vue, qu'ils sont réunis de façon à constituer une sphère. Il n'y a qu'une façon de réaliser cette condition, mais néanmoins elle crée une difficulté, qui, je pense, n'a pas encore été soulevée. Je puis seulement, pour conclure, dire que, quelles que soient les conséquences pour la grande généralisation chimique de Mendeléeff, cette généralisation n'est, après tout, qu'une loi empirique qui n'est basée actuellement sur aucune théorie dynamique. Si elle tient bon aujourd'hui, cela fortifiera notre confiance en elle; mais, d'un autre côté, je ne pense pas qu'elle soit sur le pied de ces grandes généralisations mécaniques qu'on ne peut détruire sans détruire immédiatement l'ensemble de nos notions fondamentales sur la science.

Le Président. — Parmi les personnes présentes, je pense que celles qui sont compétentes sur l'ensemble du sujet, doivent désirer vivement prendre la parole. Je prie chacune de faire des remarques et surtout de poser des questions.

Pr Roberts-Austen. — Je voudrais dire que, quand cette belle découverte a été communiquée à l'Association Britannique, j'ai pris la liberté d'indiquer qu'il n'était pas prématuré de considérer ses relations avec la grande industrie métallurgique où l'air est employé en quantités considérables. Dans le seul procédé Bessemer, on prend environ 10 tonnes de fer, et on les met dans une cornue appelée convertisseur. On fond le fer et on fait passer de l'air dans sa masse pour enlever le carbone, le silicium, le phosphore et autres impuretés. Cela suppose qu'il ne passe pas moins de 100.000 pieds cubes d'argon à travers le métal. Par conséquent, 1.000 pieds cubes d'argon ont passé quelque part. Or, j'ai pris du métal Bessemer traité par le ferromanganèse et j'en ai extrait quarante fois son volume de gaz, dont un vingtième était de l'azote. Dans cet azote, je n'ai pas pu découvrir d'argon qui n'ait pu venir de l'eau employée nécessairement dans cette manipulation. J'ai pris une petite quantité d'air, j'en ai extrait l'argon et j'ai obtenu exactement la proportion indiquée par les auteurs, de sorte que je suis parfaitement sûr que la manipulation est correcte. Mais il reste à voir si l'argon pénètre dans le fer, comme le fait certainement l'azote, et, dans le cas où il le ferait, s'il y reste; il y a certaines particularités qui différencient le métal Bessemer des autres espèces d'acier, et il serait du plus haut intérêt de réussir à les attribuer à quelques-uns de ces mille pieds cubes d'argon qui a passé, soit dans l'air, soit dans le fer. Je voudrais indiquer qu'il eût été peut-être désirable que les auteurs du mémoire aient dialysé l'air à travers le caoutchouc au lieu d'employer

exclusivement des pipes d'argile. Ayant été longtemps associé avec Graham, je ne puis que dire quel plaisir il aurait éprouvé s'il avait su que sa méthode serait employée par les auteurs de ce mémoire, dont l'un occupe la propre chaire de Graham à University College.

Lord Rayleigh. — J'ai très peu de chose à ajouter à l'exposé que mon collaborateur le Pr Ramsay a fait de nos recherches. Les recherches ont été, sous beaucoup de rapports, très difficiles. Je ne suis pas sans connaître les difficultés expérimentales, mais certainement je ne les ai jamais rencontrées sous une forme qui fût en rien aussi pénible et compliquée que dans ces recherches. Chaque expérience qu'on essaie demande dix ou quinze jours pour arriver à une conclusion définitive, et le résultat a été nécessairement un progrès beaucoup plus lent que nous n'avions espéré ; beaucoup de questions sont restées ouvertes que nous aurions désiré résoudre. L'une de ces questions a été posée par le Pr Roberts-Austen, à savoir le caractère du gaz qui a traversé le caoutchouc. Cette expérience était dans notre programme, je dirai presque dès l'origine, mais jusqu'ici nous n'avons pas trouvé le temps de l'exécuter. Les difficultés de la partie des recherches, à laquelle j'ai été plus particulièrement mêlé, ont été très grandes. La préparation de ce gaz, en quantité suffisante pour pouvoir l'étudier, n'a pas été facile, et quelques-uns des résultats, par exemple ceux qui se rapportent à la densité du gaz, ne sont, par suite, pas aussi satisfaisants et aussi complètement établis qu'on aurait pu le désirer. Un point qui a été indiqué a trait à l'argument fourni en faveur de la mono-atomicité du gaz. Naturellement, ce que prouve l'expérience, si elle est bonne, c'est que la totalité ou la presque totalité de l'énergie qu'on fournit au gaz quand on l'échauffe, est consacrée à augmenter l'énergie du mouvement de translation et qu'il ne reste rien qui puisse, comme dans le cas des autres gaz, être attribué à un mouvement inter-moléculaire ou inter-atomique. A première vue il semble assez étrange qu'il ne doive y avoir aucune rotation dans les molécules du gaz. Comment cela peut-il se faire? Peuvent-elles être sans rotation, ou l'énergie de leur rotation peut-elle être assez faible pour être négligeable en comparaison de l'énergie totale du mouvement? C'est une difficulté qui, je pense, n'a pas encore été examinée par les savants qui s'occupent de la théorie dynamique des gaz; mais il semble bien qu'ici nous devions admettre que cette énergie n'existe pas ou qu'elle n'existe pas en proportion appréciable.

Naturellement cette condition est comprise dans l'idée qui a été suggérée et qui nous a été aussi communiquée par le Pr Fitzgerald, de Dublin, qui nous écrit ce qui suit :

« La raison pour laquelle on admet qu'un rapport de 1,66 entre les chaleurs spécifiques prouve la mono-atomicité d'un gaz, est que, dans un gaz mono-atomique, il n'y a pas de mouvements internes de quelque importance. Si donc les atomes dans une molécule sont liés entre eux de telle façon qu'il ne se produise presque pas de mouvements internes, ce gaz se comporterait, en ce qui concerne la chaleur spécifique, comme un élément mono-atomique. Que les atomes de l'argon soient unis très intimement, cela semble probable, d'après sa très grande inertie chimique. Par suite, la conclusion à tirer du rapport de ses chaleurs spécifiques est, peut-être, non pas qu'il est mono-atomique, mais que ses atomes sont reliés entre eux dans sa molécule de telle façon que la molécule se comporte dans son ensemble comme si elle était mono-atomique. »

Cet argument est sans doute parfaitement juste; mais la difficulté subsiste de savoir comment on peut imaginer deux molécules reliées l'une à l'autre, ce qu'on se représente grossièrement dans l'esprit et, je crois, d'une façon qui n'est pas très inexacte, par cette image de sphères réunies et se touchant l'une l'autre. Comment serait-il possible pour un atome de forme aussi singulière que celui-là de se déplacer sans acquérir une énergie de rotation considérable? Cela est difficile et, à mon avis, la seule interprétation est que le gaz est mono-atomique. Sans doute, tout ce sujet est de ceux sur lesquels nous savons extrêmement peu de chose, la vapeur de mercure étant le seul autre gaz connu qui présente une propriété semblable. Je ne suis pas sûr qu'aucun autre point ait été discuté, mais si on nous pose des questions, le Pr Ramsay et moi sommes tout prêts à donner de nouvelles explications, autant qu'il sera en notre pouvoir de le faire.

Le Président. — Je désire faire une remarque, comme président, mais relativement à la question, actuellement agitée, de savoir dans quelles conditions le rapport des chaleurs spécifiques pourrait être exactement 1,66. Je n'admets pas qu'un atome sphérique puisse remplir ces conditions. Un atome sphérique ne serait pas absolument poli. En d'autres termes, il doit être un point de Boscowich. Je ne veux pas non plus admettre qu'une connexion excessivement rigide entre deux atomes pourrait leur donner la propriété de ne pouvoir prendre aucun mouvement vibratoire relatif. Il faudrait des liens absolument rigides pour donner la propriété de ne prendre aucun mouvement vibratoire relatif, et s'il y avait des liens absolument rigides, l'union des deux corps serait indissoluble et ils ne formeraient qu'un. En fait, je crois que la seule espèce d'atomes que nous puissions concevoir comme

donnant, dans la théorie dynamique de la chaleur, rigoureusement le rapport 1, 2/3 est le point mathématique idéal de Boscowich, doué d'inertie et présentant aussi la propriété d'agir sur des points voisins suivant une force dépendant de la distance. J'ai encore à demander s'il y a d'autres marques. Je ne désire pas clore cette très intéressante discussion. J'espère que nous aurons encore une discussion et de nouvelles questions.

S'il n'y a plus de remarques ou de questions à poser, je désire maintenant, au nom de la Société Royale, remercier le Sénat de l'Université de Londres pour son hospitalité en cette occasion, hospitalité qui, j'en suis sûr, nous a procuré à tous une grande jouissance. J'éprouve un grand plaisir à me joindre au Président de la Société de Chimie et au Président de la Société de Physique pour féliciter Lord Rayleigh et le Pr Ramsay du brillant succès qu'ils ont déjà obtenu (*Vifs applaudissements*).

Je me joins à mes confrères à la Présidence pour leur souhaiter de plus en plus de succès dans la continuation de leur travail et en les remerciant cordialement au nom de la Société Royale pour la communication qu'ils nous ont faite aujourd'hui (*Applaudissements*).

LES ANOMALIES

DANS LA LIQUÉFACTION DE L'AZOTE

Lorsqu'on prépare à l'état liquide de grandes quantités de gaz tels que l'azote, l'oxygène ou l'air atmosphérique, les impuretés inhérentes à ces corps ou entraînées par leur passage à travers les pompes ne tardent pas à s'accumuler. Si on enferme alors ces fluides dans des récipients où l'on fait le vide, les impuretés se séparent en passant à l'état solide. Si, prenant de l'air liquide, on en sépare la matière solide et si on laisse le corps fluide s'évaporer lentement, les dernières gouttes de liquide sont de l'oxygène presque pur.

Le gaz azote contenant 3 à 4 °/° d'oxygène se comporte de même à la liquéfaction.

En se servant d'un appareil spécial, on peut étudier de faibles quantités de gaz pur et sec à l'état liquide. Ces quantités peuvent s'élever de 100cc à un ou plusieurs litres, et le même échantillon de gaz peut servir à répéter l'expérience autant de fois qu'on le désire.

L'appareil très simple, que représente la figure ci-jointe (fig. 1), permet d'observer la condensation du gaz à l'état liquide et l'évaporation d'une partie de ce liquide. Un tube de faible ouverture et un peu effilé à son extrémité est placé dans un ballon à distiller et plonge jusqu'au fond. On scelle ensuite le col du ballon aux parois extérieures de ce tube, qui est courbé deux fois à angle droit et dont l'autre extrémité forme une chambre close. La partie extérieure du col du ballon porte une tubulure latérale par laquelle on introduit du gaz parfaitement pur et sec en même temps que du peroxyde de phosphore, sous une pression et à une température parfaitement déterminées. On scelle ensuite cette tubulure. On introduit alors avec précaution l'extrémité fermée du petit tube dans une éprouvette renfermant de l'air ou de l'oxygène liquides; cette éprouvette, fermée à sa partie supérieure, porte un tube de dégagement qui permet, au moyen d'une pompe à air, de diminuer graduellement la pression de la vapeur sur le liquide qu'elle contient. On peut ainsi amener à l'é-

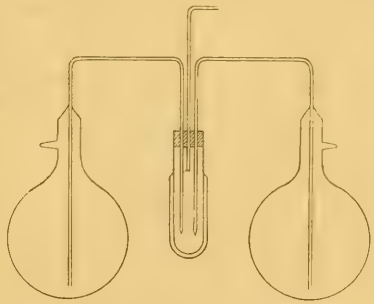


Fig. 1. — *Appareil pour observer la condensation du gaz.*

tat liquide le gaz qui se trouve dans la partie du tube qu'entoure l'éprouvette. Cette disposition permet d'observer facilement le point où le liquide commence à former différentes couches gazeuses, lorsque la température du bain d'air liquide commence à s'élever; il est facile aussi d'observer le point exact où les dernières gouttes de liquide renfermées dans le petit tube prennent la forme gazeuse.

Au moyen de cet appareil, j'ai pu comparer l'azote de l'air atmosphérique à l'azote extrait de l'oxyde d'azote. Je n'ai pu trouver entre eux au-

cune différence de propriétés. Toutefois, l'azote atmosphérique qui a passé sur du magnésium chauffé, ne se comporte pas comme l'azote non soumis à ce traitement. Bien que son point de condensation ne soit pas très éloigné de celui de l'azote non traité, on peut se rendre compte que son point de volatilisation est plus élevé. Liquide, il s'évaporera plus lentement.

L'azote préparé chimiquement a, après avoir subi le traitement au magnésium, présenté les mêmes modifications que l'azote atmosphérique. Il se liquéfie et s'évapore à une température plus élevée. Par conséquent, les effets produits par le passage sur du magnésium chauffé sont les mêmes pour l'azote atmosphérique et pour l'azote préparé chimiquement.

Il se peut toutefois que, dans l'azote passé sur du magnésium chauffé, il se trouve des impuretés dont le point d'ébullition soit à peu près le même que celui de l'azote primitif, ou encore que cette quantité soit assez faible pour l'empêcher de se liquéfier à — 200°.

On doit considérer, en effet, que le ballon de 150^{cc} contient les impuretés concentrées de 10 litres d'azote et que la pression de petites quantités de matières étrangères peut être assez considérable pour empêcher la liquéfaction de s'opérer à une température de — 200°. Soumis à des températures encore inférieures, l'azote qui a passé sur le magnésium donne des cristaux transparents, mélangés à de l'azote liquide, tandis que l'azote non soumis à ce traitement reste fluide. Tous les échantillons d'azote tiré de l'air et ceux d'oxygène, d'abord purifiés, puis liquéfiés de la manière indiquée, se présentent sous forme de liquides transparents ; la matière solide qui se sépare toujours lorsqu'on liquéfie de l'air, de l'azote ou de l'oxygène en grandes quantités, est formée d'impuretés.

Si l'on fixe un manomètre dans le ballon contenant le gaz et si le tube condensateur est bien calibré, cette méthode peut donner des résultats quantitatifs, attendu que l'on peut observer simultanément la pression dans le ballon et le volume du liquide.

De plus, si l'on se sert de l'oxygène liquide pour refroidir, on peut observer la pression de la vapeur de deux ou plusieurs substances à la même température, et ces pressions peuvent être exprimées par les chiffres de la pression de l'oxygène. On peut donc, par ce moyen, comparer tous les liquides très volatils à l'oxygène pris comme unité. Si l'on connaît avec une assez grande approximation la pression de la vapeur des substances renfermées, on peut alors calculer exactement la pression fournie par le gaz pour la liquéfaction. Les formules suivantes sont suffisamment approchées pour permettre ce calcul ; Az et O y représentent les pressions respectives de l'azote et de l'oxygène exprimées en centimètres de mercure, T représente la température absolue :

$$\text{Log Az} = 9{,}0762 - \frac{583{,}8}{T};$$

$$\text{Log O} = 8{,}5681 - \frac{616{,}8}{T};$$

d'où :

$$\text{Log}\,\frac{\text{Az}}{\text{O}} = 0{,}5081 + \frac{33}{T}.$$

D'après cette formule, si, dans le bain d'oxygène, la pression est réduite à 2^{cc}, la pression dans le ballon d'azote est de 17^{cc} 8, de sorte qu'environ les trois quarts de la masse primitive de gaz apparaît à l'état liquide. On doit remarquer que ces expériences ont été simplement faites dans un but qualitatif et non pas dans le but de séparer un nouvel élément de l'air ou de l'azote. Leur objet était surtout d'observer les points de condensation et l'évaporation des gaz liquéfiables entre — 180° et — 200°, à une pression moindre que la pression atmosphérique. Plusieurs causes d'impuretés peuvent donner des différences dans les quantités de substance qui se liquéfie, en partant de volumes égaux de gaz soumis à des traitements identiques. Ainsi, une trace consistant probablement en hydrogène, et se trouvant dans un échantillon d'azote soumis au traitement indiqué plus haut, a donné seulement, comme liquide, un tiers du volume de celui fourni par de l'azote chimiquement pur. Cette différence est due à la concentration de l'hydrogène ou autre substance non liquéfiable dans le tube étroit où s'opère la liquéfaction.

Ce procédé peut servir à rechercher si, dans l'air, la liquéfaction de l'azote et celle de l'oxygène se font simultanément. On ne peut résoudre une semblable question en liquéfiant l'air sous pression. Toutefois, si deux ballons, semblables à ceux décrits plus haut, sont remplis l'un avec de l'azote à une pression de 0,79 de la pression atmosphérique, l'autre avec de l'oxygène à 0,21 et pris tous deux à la même température, on peut, en les mettant l'un à côté de l'autre, observer l'instant précis où, dans chacun d'eux, s'opérera la liquéfaction. On remarque que toujours l'oxygène se liquéfie quelques secondes avant l'azote et reste liquide après que ce dernier a été totalement évaporé. Les points d'ébullition sont les mêmes pour l'azote et l'oxygène pris sous des pressions respectivement égales à celles où ils se trouvent dans l'atmosphère [1].

James Dewar.
de la Société Royale de Londres.
Professeur de Philosophie naturelle
à l'Institution Royale.

[1] Ce mémoire a été traduit, pour la *Revue*, par notre collaborateur M. J. Fayollat. (*N. de la Dir.*)

L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE

DES PÊCHES MARITIMES

Industrie extractive, la pêche maritime, dans quelque région et par quelque méthode qu'elle s'exerce, a toujours pour but de ravir à la Nature la plus grande quantité possible des produits que celle-ci peut fournir. Les seuls perfectionnements dont elle ait été l'objet dans ces dernières années ont d'ailleurs été l'augmentation du tonnage, de la puissance et de la vitesse des bateaux pêcheurs et l'augmentation des dimensions des engins de capture. Au lieu de se localiser au voisinage des côtes, en effet, la pêche maritime s'étend aujourd'hui très au large et, tous les jours, les efforts de la plupart des marins qui l'exercent tendent vers l'exploitation de terrains demeurés jusqu'ici en dehors de l'action de leurs engins.

I

Comme la chasse, la pêche ne procède d'aucun principe scientifique dans sa technique. Une expérience, acquise empiriquement depuis de longues années et transmise à nos pêcheurs par les générations qui ont précédé la leur, est la base même des méthodes employées de nos jours encore dans l'exploitation des eaux marines. Variables suivant les espèces zoologiques comestibles qu'elles permettent de capturer, suivant les régions où vivent ces espèces et suivant les conditions morales et économiques de la population maritime qui les emploie, ces méthodes peuvent être groupées théoriquement de la façon suivante : pêche aux pièges, amorcés ou non amorcés, fixes ou mobiles; pêche à la main et pêche par dragage.

Ainsi, dans certains cas, spéculant sur la voracité des animaux qu'il veut capturer, le pêcheur disposera un appât approprié dans un casier (une nasse) ou sur un hameçon qu'il immergera dans les eaux ou sur les fonds marins. C'est avec des casiers ainsi appâtés, par exemple, que seront pris, sur nos côtes de l'Ouest, le homard, la langouste, parfois la crevette rose, et, dans les lagunes de la Méditerranée, l'anguille.

Les hameçons amorcés sont montés isolément ou en petit nombre sur des lignes, que les pêcheurs jettent du bord d'une embarcation immobile, ou réunis par centaines et même par milliers, sur des lignes qui sont placées sur les fonds marins (*pêche aux palangres en Méditerranée, aux petites et grandes cordes dans la Manche, aux haronelles à Terre-Neuve*). Dans d'autres cas, les hameçons appâtés sont traînés dans les eaux par les embarcations qui se laissent dériver sous voiles (*pêche de la morue à Islande*), ou filent avec une vitesse qui, suivant les animaux, varie de 3 à 7 nœuds (*pêche du maquereau breton et du germon*).

Un certain nombre d'animaux marins comestibles sont pêchés, à certaines époques de l'année, avec des filets coulés au fond des eaux, de façon que leurs nappes se maintiennent verticales, convenablement orientées par rapport aux courants marins et dissimulées dans les enrochements et le milieu liquide (*filets fixes*). Au voisinage de la côte encore, sur la partie du rivage qui découvre à marée basse, on dispose des filets tenus fixes et verticaux au moyen de pieux (*hauts et bas parcs*); on complète avec de petites murailles certains enrochements naturels, de façon à former des réservoirs n'ayant qu'une bouche d'écoulement, que l'on munit d'une nasse dans laquelle, à la marée descendante, se font prendre les animaux qui sont montés avec le flot de la marée montante (*écluses à poissons*). Des haies d'épines disposées comme des enrochements permettent d'atteindre le même but (*pêcheries de Cancale et de l'Arguenon*). D'ailleurs, dans la zone littorale qui ne découvre pas à marée basse et que fréquentent à certaines époques des bancs de poissons, sont disposés aussi des pièges compliqués, en filets ou en roseaux, dans lesquels ces animaux s'engagent sans en pouvoir sortir (*madragues, trabacs, esturies, bordigues*, etc.).

Pour certaines espèces qui, périodiquement, se trouvent en bancs serrés dans les couches superficielles des eaux marines, des filets, maintenus flottants et verticaux (*filets dérivants ou flottants*), obéissant au mouvement des flots ou fixés à des bouées ancrées, ayant une longueur de quelques dizaines à plusieurs milliers de mètres, étendent leurs nappes en travers du passage de ces animaux, qu'ils capturent dans leurs mailles (*pêche de : surmulet, maquereau, bogue, hareng, sardine, anchois*, etc.). Parfois, l'usage de ces filets est facilité par l'essaimage, de chaque côté de leur nappe, d'un appât vers lequel se précipitent les animaux et qui leur dissimule le piège (*sardine océanique*). Des bancs entiers de poissons peuvent être entourés par d'autres filets manœuvrés de telle façon qu'ils finissent par former un réservoir flottant, dont les pêcheurs diminuent progressivement les dimensions et dans lesquels les animaux sont capturés comme au moyen d'une grande épuisette (*senne à morue à Terre-Neuve; lamparo, retz volant en Algérie*).

Si un grand nombre d'êtres marins peuvent être ainsi pêchés avec des pièges de fond ou de surface, fixes ou mobiles, placés dans les eaux littorales, à l'embouchure des fleuves et dans les lagunes ou à plusieurs milles des côtes, d'autres ne sauraient être capturés qu'avec des engins qui les viennent brutalement arracher aux lieux qu'ils habitent. Aussi bien, dans certaines régions et à une certaine distance des côtes, les procédés de capture que nous venons de passer rapidement en revue sont, soit impraticables, soit incapables de fournir des récoltes d'une façon suivie dans des conditions suffisamment rémunératrices pour les gens de mer.

A la côte, les pêcheurs au râteau (*ou à la grapette*) détachent des rochers d'innombrables mollusques; les pêcheurs au *haveneau* (*ou havenet*) qui, à pied, raclent le fond des flaques d'eau que laisse entre les enrochements la mer qui se retire, ou promènent leurs engins sous les rouleaux de grève, sur les longues plages de sable, capturent les crevettes ; les pêcheurs à la *senne*, dans l'Ouest, au *bourgin* ou à l'*eissaugue* en Méditerranée, après avoir décrit, en partant du rivage avec leur filet dont une extrémité est fixée à terre, un large circuit en mer, ramènent l'autre extrémité vers la plage et, halant sur les deux bouts, attirent à eux, en raclant le fond, tous les animaux qui se trouvent sur le passage de l'engin.

En mer, des plongeurs vont sur les fonds arracher l'éponge ou le corail, qui sont recueillis d'ailleurs par d'autres procédés. Avec une drague que remorque une embarcation, on enlève l'huître sur les bancs naturels où elle vit, tandis que, traînées par des bateaux et dans certaines conditions sur les fonds marins, des poches en filets, maintenues béantes sous les eaux par divers moyens, engloutissent en raclant le sol les êtres qu'elles rencontrent dans leur course (*chalut*, *bœuf*, *gangui*, etc.).

II

Après avoir ainsi examiné dans son ensemble, au point de vue de sa technique générale, l'industrie des pêches maritimes, nous allons essayer de nous rendre compte maintenant de son importance en France au point de vue des hommes qu'elle emploie, du matériel qu'elle utilise et de la valeur vénale des produits qu'elle fournit. Suivant les régions côtières, tous ces éléments varient d'importance.

Pour assurer le recrutement *régulier* de la flotte de guerre, Colbert fit décider que tous les marins français employés à la pêche ou à la navigation commerciale devaient obligatoirement accomplir une période d'instruction militaire à bord des navires de la marine royale et que, — avant comme après cette période, — tout en se livrant aux occupations de leur profession, ils demeuraient à la disposition du souverain qui pouvait les *lever* instantanément pour compléter les équipages de ses navires et les envoyer guerroyer contre les flottes étrangères. Comme compensation aux obligations que leur imposait la loi, les marins furent admis, quelques années plus tard, à jouir d'une pension de retraite (la demi-solde) pour laquelle il leur fallait avoir cinquante ans d'âge et justifier de trois cents mois de navigation, tant au service de l'État qu'à la pêche ou au commerce. Ainsi fut instituée, presque en même temps que le régime de l'inscription maritime, la Caisse des invalides de la marine, destinée à assurer le paiement de la demi-solde aux gens de mer et alimentée : par une retenue faite sur les salaires des marins, par une part des prises de guerre, par le produit de la vente des épaves, par des dons particuliers, etc....

Au milieu des changements considérables survenus depuis deux siècles aux institutions françaises, l'inscription maritime s'est maintenue sensiblement identique à ce qu'elle était lors de sa fondation. La loi garantit, en outre, aux *inscrits*, le monopole de l'exploitation des eaux marines. Nul ne peut, en effet, pratiquer — pour en tirer profit — la pêche en mer, dans les étangs salés, ainsi que dans les fleuves et rivières jusqu'au point de cessation de salure des eaux, s'il n'est *inscrit maritime*. En pratique, depuis déjà de longues années, le capital que représente le matériel d'exploitation est, dans un certain nombre de points et pour certaines pêches, fourni aux inscrits par des armateurs.

L'exercice des pêches maritimes est soumis à une réglementation spéciale. Pouvant être levés subitement pour le service de l'État, d'une part, et devant, d'autre part, justifier d'un temps déterminé de navigation pour jouir de la demi-solde, il faut que les gens de mer soient placés, à bord des bateaux qu'ils arment, sous une sorte de régime militaire que nécessite encore leur isolement par petits groupes, loin de toute autorité administrative. Sans doute, le matelot-pêcheur, qui seul doit nous occuper ici, a la latitude de changer de bateau, comme l'ouvrier change d'atelier, mais ses mutations sont enregistrées par l'Administration qui doit toujours savoir exactement où le trouver, en cas de mobilisation, et qui ne doit lui faire compter, pour son admission à la retraite, que le temps où il est régulièrement embarqué. Enfin, le nombre de marins dont peut ainsi disposer l'autorité militaire, étant fonction, en quelque sorte, de la prospérité des industries océaniques, une réglementation particulière (à l'examen de laquelle nous consacrerons quelques

lignes) a été prévue pour maintenir aux eaux une productivité convenable qui, assurant aux inscrits-pêcheurs un travail rémunérateur, les empêchât d'abandonner leur métier pour se livrer à d'autres professions, sans rapports directs ou indirects avec le milieu marin.

Vis-à-vis des gens de mer, l'État témoigne donc d'une sollicitude particulière qui a été expliquée pendant longtemps par le besoin qu'il avait de leurs aptitudes spéciales. En fait, l'administration de la Marine assure non seulement les vieux jours de ses inscrits contre la misère qui étreint la plupart des travailleurs âgés d'autres professions, mais elle les aide à reconstituer leur matériel de pêche, quand il a été perdu ou avarié par suite d'événements de mer; récemment encore, elle vient de provoquer la création (et de subventionner) dans le même but, des mutualités entre pêcheurs; enfin, elle doit soumettre au Parlement un projet de loi pour l'institution de l'assurance des marins sur la vie et sur les accidents de leur profession. Ajoutons qu'elle fait étudier pour les pêcheurs l'organisation d'un service d'assistance et de crédit mutuel.

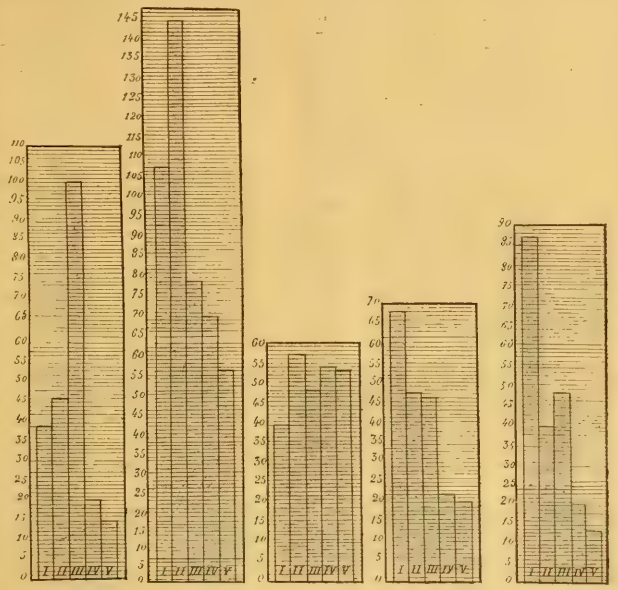


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 1 à 5. — *Répartition des hommes et des bateaux dans les cinq arrondissements maritimes.* — Fig. 1. Répartition des inscrits par kilomètre de côte (chaque division horizontale représente 1 personne). — Fig. 2. Nombres totaux des inscrits (chaque division représente 100 inscrits-pêcheurs). — Fig. 3. Nombres totaux des bateaux (chaque division représente 100 bateaux). — Fig. 4. Tonnage total des bateaux (chaque division représente 100.000 tonneaux). — Fig. 5. Tonnage moyen des bateaux (chaque division représente un quart de tonneau de jauge).

Pour assurer le fonctionnement des différents services qui ont trait au recrutement des équipages de la flotte, à la mobilisation des gens de mer et aux institutions de prévoyance qui les concernent, aussi bien qu'à l'application des règlements afférents à la pêche et à la navigation, le littoral est divisé en un certain nombre de quartiers, administrés par un officier du Commissariat de la Marine et comprenant, suivant la densité de la population maritime, la configuration de la côte, etc., une plus ou moins grande étendue et un nombre variable de ports de toutes importances. Chaque quartier est subdivisé en syndicats [1], administrés par des agents subalternes (syndics), et fait partie, d'autre part, d'une des grandes subdivisions militaires, ayant leurs chefs-lieux dans nos cinq ports de guerre : les arrondissements maritimes [2]. La haute administration des services qui concernent les intérêts moraux et économiques des gens de mer (dont nous nous occupons en ce moment) est faite au Ministère de la Marine, à Paris, où, d'ailleurs, un Comité spécial — le Comité consultatif des pêches maritimes — composé de membres du Parlement, de savants, d'administrateurs et de représentants des industries marines, est destiné à fournir, dans certains cas ressortissant à sa compétence, les avis qui permettent au Ministre de prendre des décisions motivées sur les questions d'ordres scientifique, économique ou administratif concernant les pêches.

[1] Les quartiers de la côte métropolitaine de la Méditerranée et de la Corse sont pourvus, en outre, de prud'hommies, sortes de tribunaux professionnels où les conflits qui peuvent surgir entre pêcheurs, sont jugés rapidement et sans frais par les élus des pêcheurs eux-mêmes. Ces prud'hommies ont d'ailleurs le droit de provoquer, de la part de l'Administration, des mesures de police pour les pêches dans leurs régions respectives.

[2] Ces arrondissements maritimes sont ceux de :

1° *Cherbourg* : de la frontière franco-belge à Portbail. Sous-arrondissements : *Dunkerque, le Havre, Cherbourg.*

2° *Brest* : de Portbail à Concarneau. Sous-arrondissements : *Saint-Servan, Brest.*

3° *Lorient* : de Concarneau à Noirmoutier. Sous-arrondissements : *Lorient, Nantes.*

4° *Rochefort* : de Noirmoutier à la frontière franco-

III

La population pêcheuse française compte environ 90.000 hommes [1], montant 22.000 bateaux de dimensions très variables et jaugeant dans leur ensemble 200.000 tonneaux. En outre 60.000 hommes, femmes et enfants pratiquent la pêche à pied le long des grèves. (Fig. 1 à 5.

Si, dans certaines régions, comme le Boulonnais, la pêche maritime est devenue une industrie considérable, analogue dans son fonctionnement aux industries similaires de la côte anglaise, on peut dire, d'une façon générale, que l'activité de la population est d'autant plus employée à la pêche que l'agriculture régionale est plus ingrate, que les professions terriennes sont moins lucratives et que les eaux océaniques, comme le régime des côtes, se prêtent mieux à l'exploitation des produits marins.

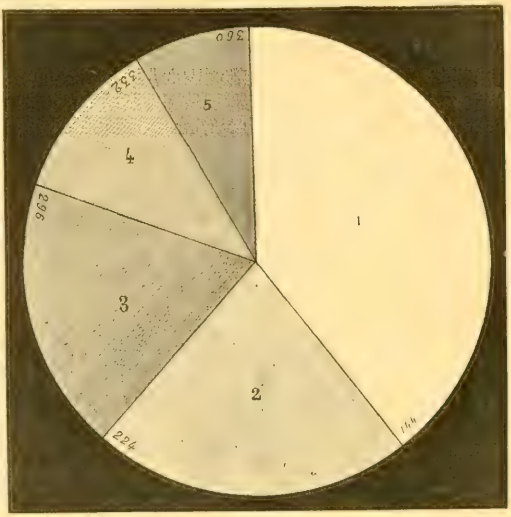


Fig. 6. — *Valeurs comparées des rendements annuels de la pêche en bateau dans les cinq arrondissements maritimes.*

La production totale de la pêche française est d'environ 96 millions de francs, dont 87 pour la pêche en bateau et 9 pour la pêche à pied (fig. 7). Ces 87 millions sont fournis par les diverses pêches dans les proportions indiquées par la figure 8 et peuvent se répartir entre les cinq arrondissements, comme l'indique la figure 6.

Nous devons, dès maintenant, distinguer deux groupes dans les pêches françaises : 1° la pêche côtière ; 2° la grande pêche. Celle-ci, qui a pour objectif immédiat la capture et la salaison de la morue, s'exerce dans les eaux de Terre-Neuve, d'Islande et de la mer du Nord.

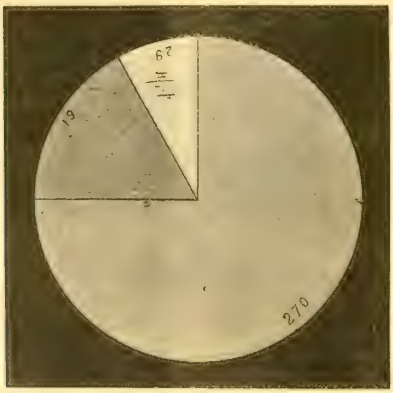


Fig. 7. — *Comparaison des valeurs annuelles de : la pêche en bateau* (270° *l'ostréiculture* (61°), *la pêche à pied* (29°). — Les cercles représentent la production totale.

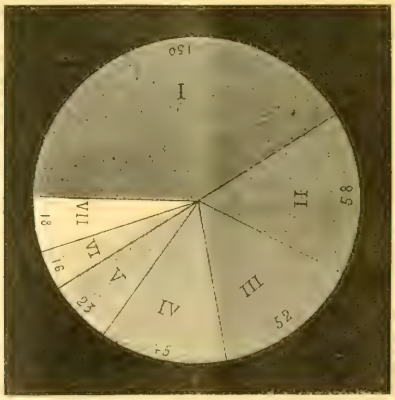


Fig. 8. — *Comparaison des valeurs annuelles des divers produits de la pêche en bateau.* — I, Poisson frais. II, Morue. III, Sardine. IV, Hareng. V, Maquereau. VI, Homard et Langouste. VII, Thon et Germon, Crevettes, et Amendements marins.

espagnole. Sous-arrondissements : *Rochefort*, *Bordeaux*. 3° *Toulon* [illegible] espagnole à la frontière franco-italienne, plus la Corse. Sous-arrondissements : *Marseille*, *Toulon*.

Les quartiers d'Algérie sont placés sous l'autorité du contre-amiral commandant la marine dans la colonie.

[1] Les inscrits-pêcheurs sont ainsi répartis sur les côtes : région flamande et boulonnaise, 10.000 ; région normande, 12.000 ; région bretonne, 11.000 ; région vendéenne et saintongeoise, 7.500 ; région gasconne et basque, 5.000 ; région catalane et languedocienne, 7.500 ; région provençale, 4.500 ; région corse 800 ; région algérienne, 3.500.

IV

Grande pêche. — Ayant pour théâtre de ses travaux des parages très éloignés des côtes de France, s'exerçant dans des conditions particulièrement difficiles et pénibles de technique, la grande pêche est l'objet d'encouragements particuliers de la part de l'État. Il trouve en elle, en effet, une aide puissante, fournissant aux marins qu'il ne peut conserver dans sa flotte de guerre une école très rude de navigation. Aussi, cette industrie rapportant annuellement 13 millions environ, les primes qui facilitent son exercice et qui lui sont accordées suivant l'importance des armements et la quantité des produits

Fig. 9. — *Terrains de pêche à Terre-Neuve.*

pêchés atteignent-elles le chiffre de trois millions.

A Terre-Neuve, en vertu du traité d'Utrecht et de conventions postérieures qui ont confirmé nos droits, nous jouissons du privilège de pêcher les animaux marins dans les eaux littorales de l'île, du cap Saint-Jean au cap Raye (en passant par le Nord), et d'installer à terre, entre ces deux points (French Shore), des bâtiments en bois (chauffauds. *temporary buildings)* dans lesquels ces animaux subissent les diverses manipulations que nécessite leur conservation. Ce droit d'usufruit, qui est borné à la pêche et à la préparation du poisson, dans des eaux et sur une terre étrangère, *est absolu* (fig. 9).

La morue pêchée, rapportée à terre, est en effet, sur le rivage, préparée pour subir une conservation définitive.

Cependant, la plupart de nos pêcheurs se rendant dans les parages de Terre-Neuve exploitent plus particulièrement les eaux marines qui surmontent les hauts plateaux sous-marins, les Bancs, situés entre la colonie anglaise et les îles Saint-Pierre et Miquelon (*Grand Banc*, *Banc à vert*, *Banc Saint-Pierre*, etc.). Le poisson est là simplement soumis à une salaison légère et entassé dans la cale des navires (salaison en grenier).

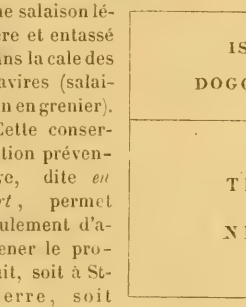


Fig. 10.

Cette conservation préventive, dite *en vert*, permet seulement d'amener le produit, soit à St-Pierre, soit dans des centres déterminés de la métropole, où il subit, dans des conditions convenables, les diverses manipulations qui doivent assurer sa conservation définitive.

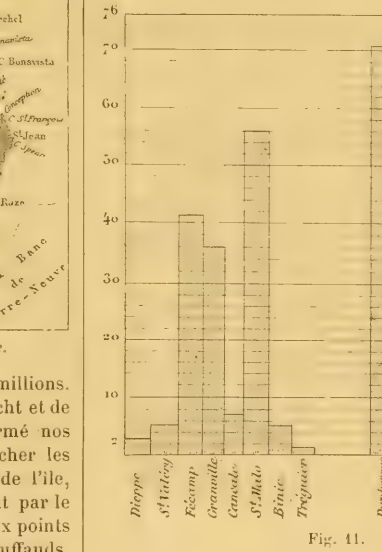


Fig. 11.

C'est en vert, également, que se fait la salaison de la morue pêchée dans les mers d'Islande. Les Bretons pratiquent, là encore, le mode de salaison dit en grenier ; les Normands et les Flamands salent en barils. Les centres métropolitains dans lesquels la morue subit ses préparations conservatrices définitives sont : Saint-Nazaire, la Rochelle, Bordeaux, Cette, Port-de-Bouc.

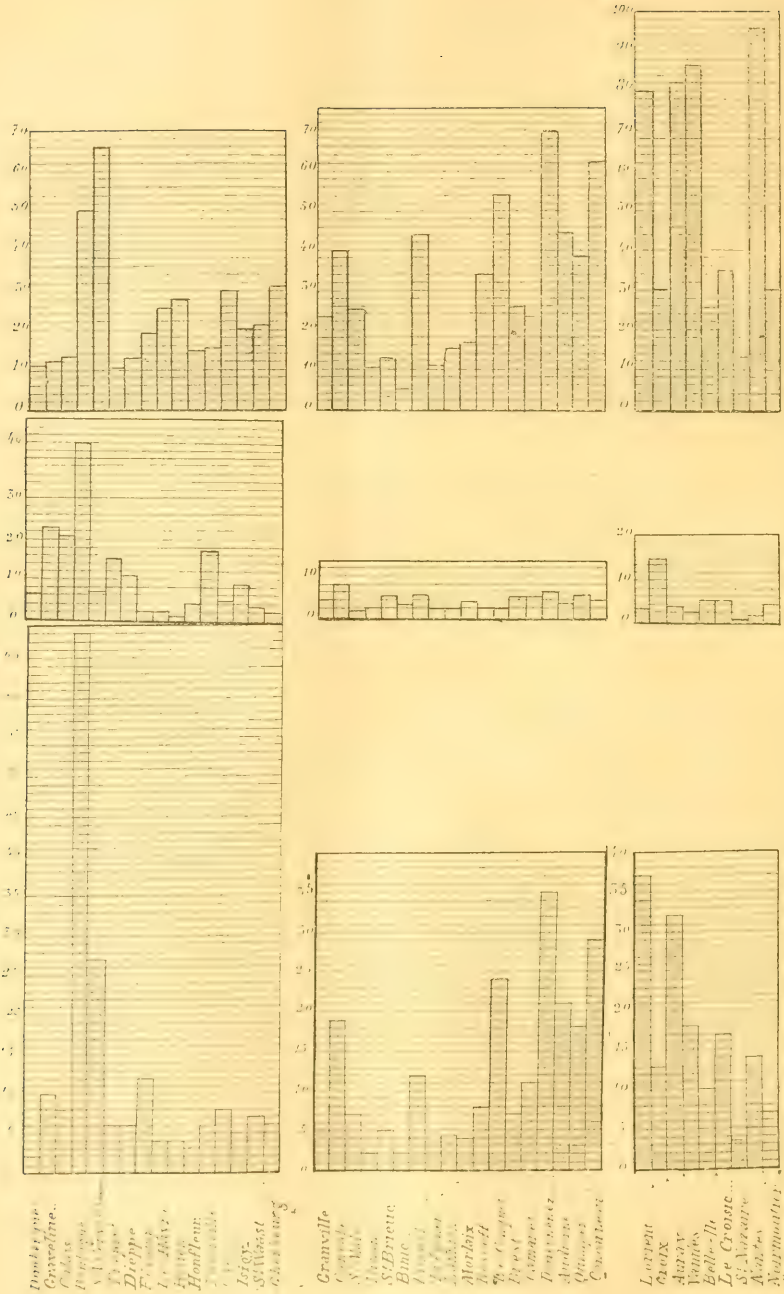


Fig. 12.

Répartition des inscrits pêcheurs et des bateaux employés à la pêche côtière dans les différents quartiers de France et d'Algérie.

Le graphique inférieur (s'étendant de la page 114 à la page 115) représente la répartition des pêcheurs (chaque division horizontale représentant 100 hommes). — Le graphique médian représente le

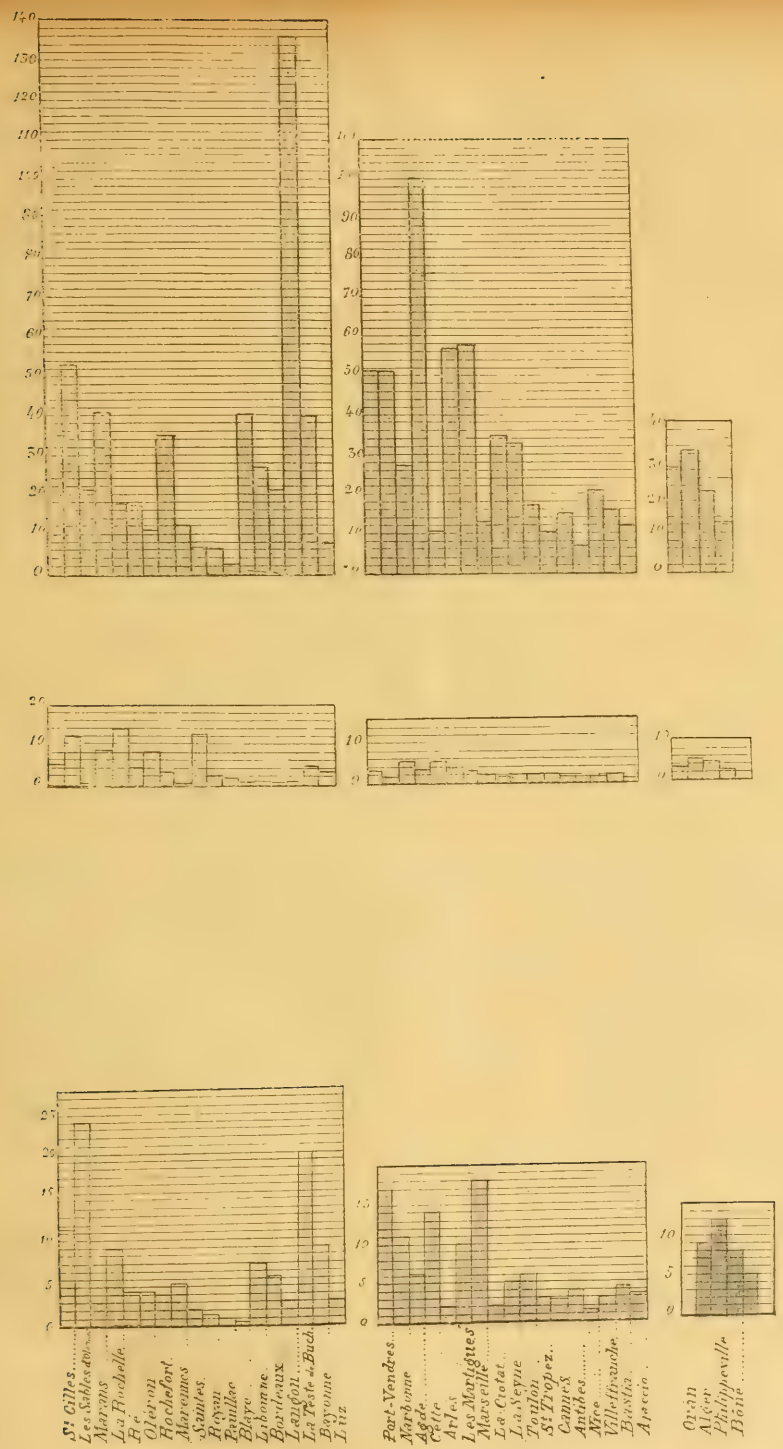


Fig. 12.

Suite aux graphiques de la page précédente

tonnage moyen des bateaux employés dans chaque quartier (chaque division horizontale représente 1 tonneau de jauge). — Le graphique supérieur représente le nombre total des bateaux de chaque quartier (chaque division horizontale représente 10 bateaux).

La pêche dans les mers d'Islande débute au mois de mars et se termine en septembre ; celle à Terre-Neuve débute en avril et finit en août. Pour obtenir les primes qui leur sont allouées, les armateurs doivent justifier, d'ailleurs, de ce que leurs bateaux ont stationné un temps déterminé, variable suivant les régions, sur les lieux de pêche.

Le rendement général de la grande pêche est d'environ 13 millions de francs, ainsi répartis : Islande, 5 millions ; Terre-Neuve, 8 millions, (fig. 10). La figure 11 représente les importances comparées, en bateaux, des divers ports français où l'on arme pour Terre-Neuve, l'Islande et la mer du Nord.

Les bateaux qui vont en Islande sont généralement, aujourd'hui, gréés en goélette, jaugent une centaine de tonneaux et sont montés par un équipage de vingt à vingt-cinq hommes.

Neufs et tout armés, ils coûtent environ 60.000 francs. Leur armement annuel revient à 20.000 francs. Les bâtiments qui vont à Terre-Neuve ont une jauge plus forte (125 à 300 tonneaux). Quelquefois ils transportent, outre leurs propres équipages, soit le personnel des saleries du French Shore, soit des marins destinés à armer des goélettes hivernant à Saint-Pierre.

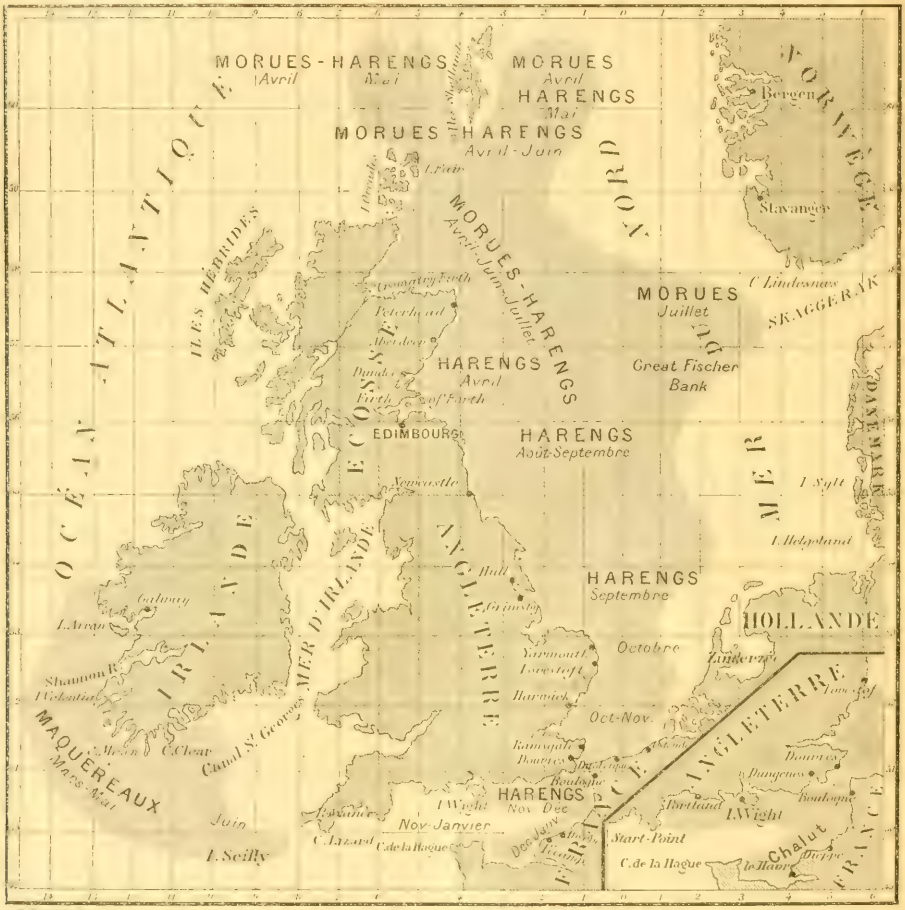


Fig. 13. — *Terrains pour la pêche hauturière du Hareng et du Maquereau*, d'après le Dr Eugène Canu.

V

Pêche côtière. — L'expression « pêche côtière » est un terme générique qui est appliqué à l'ensemble des pêches exercées aux abords des côtes ou au large, dans les mers qui avoisinent la France. Elles

ne nécessitent pas, comme la grande pêche, pour les marins qui les pratiquent, de longs mois de séjour loin de leurs foyers; mais quelques-unes, cependant, exigent une navigation assez longue et difficile; d'autres, qui ont pour théâtre les régions voisines du littoral, semées de récifs et parcourues par des courants de marée variables et violents, sont d'autant plus périlleuses qu'elles ne peuvent utiliser que de faibles bateaux; quelques-unes, enfin, sont exemptes de dangers d'une façon générale et, n'exigeant que de courts déplacements, constituent des métiers qui, s'ils ne sont pas toujours très rémunérateurs, ne sont jamais pénibles comparativement aux autres industries maritimes.

On comprend donc sous cette appellation, en même temps que la pêche des Boulonnais dans la mer du Nord et celle des Grésillons dans l'Océan : la pêche de la crevette sur les fonds littoraux, celle du saumon à l'embouchure des rivières et celle des poissons d'eau saumâtre dans les lagunes de la Méditerranée.

La figure 12 montre la répartition des inscrits de la pêche côtière suivant les quartiers, ainsi que celle des bateaux qu'ils arment avec le tonnage moyen de ces bateaux [1].

Nous ne saurions examiner en détail, ici, les industries ressortissant aux pêches dans les diverses régions de la France maritime. Nous nous bornerons à indiquer la valeur de chacune des principales, ainsi que les régions qu'elles ont pour théâtre et les ports qu'elles intéressent.

La pêche du hareng, par exemple, exercée sur tout le littoral de la Manche, de Dunkerque à Cherbourg, par les marins de toute cette région, est faite par les pêcheurs de Boulogne, de Saint-Valery-en-Caux et de Fécamp, dans la mer du Nord, des Shetlands au Pas de Calais (fig. 13), à partir du mois de juin jusqu'au mois de février. Elle produit annuellement 10 millions de francs, dont 4 millions pour la seule pêche hauturière des ports du Boulonnais et de la Seine-Inférieure.

Ces mêmes ports arment les mêmes bateaux pour la *pêche du maquereau*, en mars et avril, dans les eaux avoisinant l'Irlande et le pays de Galles. Le maquereau est d'ailleurs capturé dans les eaux littorales françaises de Dunkerque au Croisic et sur les rives méditerranéennes avec filets flottants et à la ligne. La pêche du maquereau (fig. 13) produit la somme annuelle de 4.500.000 francs.

Comme le hareng et le maquereau, *la sardine*, qui est pêchée dans les eaux côtières, de Lannion à Saint-Jean-de-Luz, de Banyuls à Menton et de Nemours à la Calle, est surtout destinée à fournir des conserves alimentaires. Son exploitation la plus active se fait entre Douarnenez et les Sables-d'Olonne. En dehors des côtes bretonnes et vendéennes, ce poisson n'est guère utilisé que pour la salaison, concurremment avec *l'anchois*. La pêche de la sardine n'emploie que de faibles bateaux montés par cinq ou six hommes d'équipage. Elle produit, bon an, mal an, une douzaine de millions de francs — encore que, sans qu'on en connaisse les causes naturelles, ce chiffre soit soumis à d'assez considérables variations.

La *pêche du germon* au large, dans le golfe de Gascogne, emploie de juin à octobre deux cents bateaux d'une trentaine de tonneaux de jauge montés par cinq hommes et traînant leurs lignes des côtes d'Espagne aux côtes d'Irlande. Elle produit 2 millions et demi de francs par année, répartis surtout entre les ports de Groix, du Croisic, des Sables, de l'île d'Yeu et de la Rochelle.

Les grands crustacés, *homards et langoustes*, sont capturés au casier dans presque toutes les régions rocheuses du littoral, mais surtout depuis l'Aberwrac'h jusqu'à l'île d'Yeu. Les pêcheurs de la pointe du Finistère vont même poser leurs engins jusqu'à plus de 20 milles au large. Produisant en France (Corse et côtes méditerranéennes comprises) 3.500.000 francs, cette pêche n'est faite (sauf à Hœdic et Houat) qu'avec de faibles bateaux.

Le *saumon*, qui est pris dans quelques rivières de Normandie et de Bretagne, est pêché activement à l'embouchure de la Loire, dans la Dordogne, l'Adour et la Bidassoa. Dans son ensemble, cette pêche produit annuellement un million de francs.

La pêche purement littorale de la *crevette* (grise ou rose) est très développée sur les côtes de la Somme, dans la baie de Seine et sur les côtes vendéennes. Exercée au petit chalut et aux casiers spéciaux, cette industrie fournit un rendement annuel d'un million environ.

Enfin le poisson destiné exclusivement *à être consommé à l'état frais*, pêché au chalut ou aux cordes de fond, au large ou à la côte, fournit aux pêcheurs français un rendement annuel de 36 millions de francs. Boulogne et Trouville envoient pour cette pêche leurs bateaux jusque dans la mer du Nord; les chalutiers du Nord, de la Somme, de Normandie (carton de la figure 13) draguent dans la Manche jusqu'en vue des côtes anglaises; ceux du golfe de Gascogne vont de Groix au fond du golfe de Biscaye, traînant leurs engins à des profondeurs variant de 30 à 150 mètres (quelquefois à plus de 40 milles au large). Près de mille bateaux de

[1] La figure du tonnage moyen comparé des bâtiments pêcheurs permet de comprendre comment certains quartiers où se trouve une nombreuse population maritime ne disposent que d'un nombre d'embarcations inférieur à celui de quartiers moins populeux. Quelques ports, en effet, celui de Boulogne par exemple, n'arment presque uniquement que des bateaux de fort tonnage, montés par un nombre d'hommes relativement grand et destinés à la pêche en haute mer.

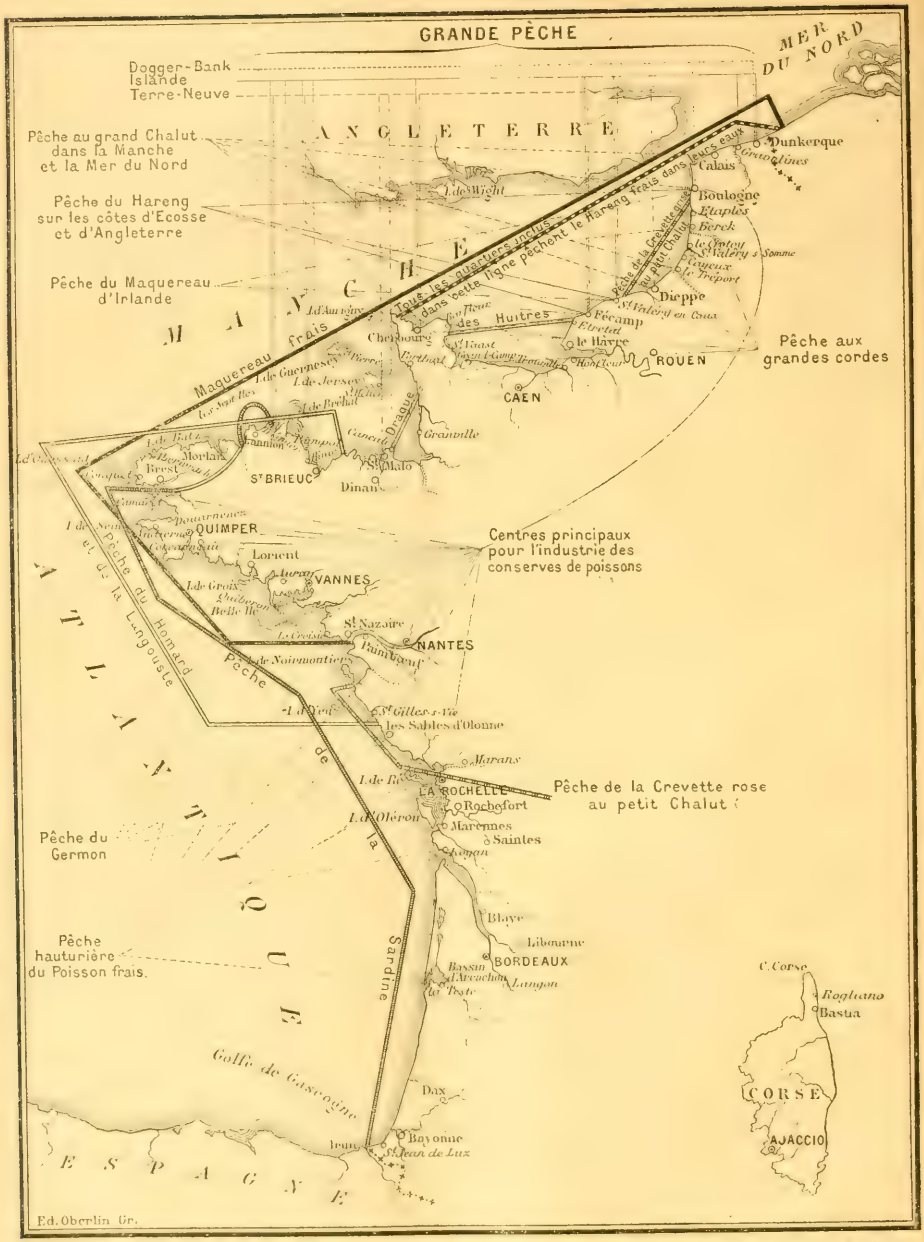


Fig. 14. — *Carte de la Distribution des diverses industries ressortissant aux pêches maritimes sur le littoral de la Manche et de l'Océan.* — Les grosses lignes, qui entourent tout ou partie des côtes, encadrent chacune les ports armant pour les pêches qu'elles indiquent. — Les pêches spéciales, qui forment chacune une grande industrie, sont mentionnées, en divers points de la carte, par des légendes isolées. Les lignes fines et ponctuées qui émanent de chacune de ces légendes indiquent, pour chaque pêche, les ports qui la pratiquent. — Les légendes inscrites vers le haut de la carte se rapportent à la grande pêche et indiquent les ports qui arment respectivement pour Terre-Neuve, l'Islande et le Dogger-Bank (bancs de la mer du Nord). Les noms de localités portés sur cette carte sont, non pas ceux de tous les ports, mais ceux des quartiers et des principaux syndicats.

14 à 45 tonneaux, montés par cinq ou dix hommes, font cette pêche, sur le plateau continental de nos côtes de l'Ouest et du Nord.

En Méditerranée, la pêche au bœuf (analogue à celle au grand chalut) est exercée par des inscrits de Collioure, Agde, Cette, Aigues-Mortes et Martigues, en France, et par ceux d'Oran, Arzew, Cherchell, Alger, Bougie, Philippeville et Bône, en Algérie (fig. 16). Travaillant dans le golfe de Lion, les pêcheurs de nos côtes métropolitaines ne font d'ailleurs pas de long séjour en haute mer et viennent à terre tous les matins, pour vendre le produit de leur travail. Sur les côtes de la Manche, de l'Océan et même d'Algérie, les bateaux tiennent la mer de quatre à dix jours (fig. 14).

Les Anglais et les Allemands emploient aujourd'hui une grande quantité de vapeurs pour la pêche au large. Les seuls bateaux de ce genre utilisés dans ce but, en France, sont au nombre de 23, dont: 2 à Boulogne, 3 à Dieppe, 7 à Arcachon, 3 à Saint-Jean-de-Luz, 4 à Agde, 2 à Oran et 2 à Alger. De plus, 23 chaloupes également mues par la vapeur (dont 17 à Boulogne et 6 à Dieppe) font la pêche aux cordes dans la Manche. Enfin, tous les voiliers boulonnais sont pourvus d'un cabestan à vapeur pour le halage des engins à bord. Bien d'autres tentatives ont été faites sur nos côtes pour généraliser l'usage de la vapeur dans la pratique de la pêche hauturière; ces tentatives n'ont pas été couronnées de succès, soit que les sociétés qui en ont pris l'initiative n'aient pas été administrées d'une façon suffisamment rigoureuse, soit que les types de moteurs fussent trop coûteux dans leur fonctionnement. L'avenir nous réserve-t-il cependant de voir les fonds du large exploités au moyen de bateaux à vapeur, ou tout au moins de bateaux aménagés comme ceux de Boulogne et s'adjoignant des chasseurs à vapeur? On ne le saurait dire, mais ce perfectionnement industriel servirait, il faut le reconnaître, les intérêts du recrutement de la flotte nationale — qui a bien plus besoin aujourd'hui d'un très nombreux personnel de chaufferie que de matelots de pont.

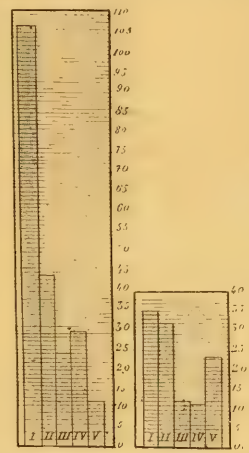


Fig. 15. — *Comparaison de la valeur totale des bateaux et des engins de pêche dans les cinq arrondissements.* (Chaque division horizontale représente 1000 francs.)

La pêche littorale du poisson frais, faite au moyen de faibles bateaux, est surtout active sur les côtes métropolitaines de la Méditerranée. D'ailleurs, de Marseille à Menton, le plateau continental est si étroit, les eaux deviennent rapidement si profondes qu'il est impossible de pratiquer là autre chose que cette petite pêche littorale, aux cordes, aux casiers, aux filets flottants et même aux filets trainants. Outre le maquereau, la sardine et l'anchois qui sont pêchés dans les eaux environnant le rivage, en Catalogne, dans le Languedoc et en Provence, avec des filets flottants ou de grandes sennes, ces animaux, ainsi que le thon et surtout les poissons destinés à être consommés à l'état frais, sont encore pêchés avec des engins dérivants, trainants ou fixes, ap

Fig. 16. — *Principaux ports de pêche des côtes métropolitaines de la Méditerranée.*

propriés aux habitudes spéciales de ces êtres.

Tous les pêcheurs qui, en France, travaillent dans les eaux littorales doivent avoir, en effet, une connaissance approfondie du régime des êtres qu'ils veulent capturer et des conditions — océanographiques en quelque sorte — du milieu où ils posent leurs engins. Pour être empiriques, ces notions n'en sont pas moins précises, et, suivant les espèces de poissons, suivant l'époque de l'année et même l'heure de la journée, les pêcheurs varient la nature, la position et la manœuvre de leurs filets. Il n'est pas, dans les limites des eaux qu'ils exploitent, un enrochement, un haut-fond, une prairie sous-marine, etc., dont ils ne connaissent la configuration et l'étendue. Au surplus, les produits de leur travail ont une valeur marchande supérieure à celle des produits de la pêche au large qui ont subi l'action du glaçage. Malheureusement, quelle que soit la fécondité des eaux marines, l'exploitation intensive des régions littorales en a amené en grande partie une stérilisation qu'accentue la guerre acharnée faite avec des engins traînants aux animaux comestibles qui s'y rencontrent.

Les pêches littorales ne sont donc que de « *petits métiers* ». En Méditerranée, elles sont l'occupation des trois quarts des inscrits. Cet état de choses peut être bien figuré par la comparaison des valeurs totales des bateaux et des engins dans les cinq arrondissements maritimes (fig. 15) et par l'inspection des tableaux comparatifs de la répartition des bateaux et des inscrits dans ces mêmes arrondissements (fig. 1, 2, 3, 4).

La figure 15 nous montre, notamment, que sur les côtes métropolitaines de la Méditerranée la valeur des engins est double de celle des bateaux qui servent à leur manœuvre.

VI

Ramené à terre, le poisson, destiné à être consommé à l'état frais, est vendu à des écoreurs (des mareyeurs) dans les petits ports. Dans les ports plus importants existent des criées, où les représentants des marchands de l'intérieur des terres viennent acheter ce poisson, et dont la création a souvent procuré de sérieux avantages pécuniaires aux gens de mer. Du reste, les municipalités ont trouvé pour leur compte de sérieux profits dans l'installation, par elles, de ces poissonneries, puisqu'elles perçoivent sur le montant de la vente des produits marins un droit proportionnel à ce chiffre de vente (3 à 5 %) et qu'elles exigent, en outre, une rétribution pour la place occupée sur le carreau par le butin du pêcheur.

Quant aux animaux destinés à l'industrie des conserves alimentaires, ils sont vendus dans les poissonneries ou — plus généralement — achetés directement sur les quais des ports et même sur les lieux de pêche par les usiniers.

Parmi les animaux pêchés, les uns, en raison de leur constitution spéciale, peuvent être expédiés vivants vers les points de consommation (homards, langoustes, huîtres, etc.), les autres doivent être protégés contre une décomposition fatalement rapide, — et pour une plus ou moins longue durée, — par divers moyens qui varient suivant les animaux et l'éloignement de leurs lieux de capture de la région où ils sont consommés. Si, dans quelques ports de notre côte, on se borne (particulièrement en hiver) à expédier le poisson dans un emballage de paille ou de varech, il faut, le plus généralement, pour ces expéditions, mettre les produits marins dans des conditions telles que les micro-organismes susceptibles de leur faire subir une fermentation putride ne puissent s'y développer. Naturellement, ces procédés, en modifiant plus ou moins la substance comestible, modifient également sa sapidité.

Pour les produits de la pêche côtière (hauturière ou littorale) destinés à être consommés à l'état frais, leur conservation est assurée par le glaçage. La glace employée par les pêcheurs est importée de Norvège ou fabriquée directement dans les ports du littoral. Elle paralyse, tout le temps que dure l'abaissement de température, l'activité des levures ou des microbes et empêche leur sporulation.

D'autres animaux doivent être l'objet d'une conservation plus longue. Ainsi l'on recourt, suivant les cas et pour assurer celle-ci, à la dessiccation (*morue sèche*), à la salaison (*morue*, *hareng*, *sardine*, *anchois*, *maquereau salés*), ou au fumage du poisson (*hareng saur*, *saumon fumé*); enfin, au lieu de les soumettre à l'action d'antiseptiques, on peut stériliser définitivement les produits marins en les soumettant à l'influence d'une haute température, sous pression (*sardine et thon à l'huile*, *hareng et maquereau marinés*, *conserves de homard*).

Certaines de ces opérations font, à proprement parler, partie intégrante des opérations de la pêche et sont pratiquées à bord même des bateaux, lors de la capture des animaux marins (*glaçage du poisson frais*); d'autres, commencées à bord des embarcations, ne sont achevées qu'à terre, en des points avoisinant les lieux de pêche — où se trouvent des installations rudimentaires aménagées à cet effet (*morue salée de la côte de Terre-Neuve*, *sardine et anchois salés de la Méditerranée*) — ou dans de grandes manufactures très éloignées parfois des régions de capture (*morue salée en vert à Terre-Neuve et Islande et définitivement préparée en France*, *hareng salé d'Ecosse*, *maquereau d'Irlande*). Enfin,

certains procédés de conservation nécessitent des manipulations multiples et conséquemment une installation compliquée avec une main-d'œuvre considérable qui ne peuvent être réunies que dans des usines bien aménagées sur le littoral (*hareng saur, sardine et thon à l'huile, hareng et maquereau marinés*).

Les pêches maritimes donnent donc naissance à de véritables et très importantes industries secondaires, employant un personnel nombreux, faisant fructifier un capital énorme et semant dans la nation une richesse d'autant plus considérable que le travail des marins-pêcheurs est plus fructueux.

VII

Ayant ses débouchés dans l'alimentation publique, l'industrie des pêches maritimes est directement influencée par la facilité et la rapidité des moyens de transport. Bien qu'un grand nombre de marchés de l'intérieur reçoivent aujourd'hui dans de bonnes conditions les produits marins, de grands perfectionnements peuvent être apportés aux conditions d'écoulement de ces produits.

Dans l'état actuel des choses, la situation économique des pêcheurs n'est pas absolument fonction de la productivité des eaux qu'ils exploitent, de la quantité de poissons qu'ils capturent. La consommation est parfois inférieure à la production ; suivant l'époque de l'année — et même le jour de la semaine — le cours marchand des produits de la mer varie dans des proportions considérables ; enfin, entre le pêcheur et le consommateur, ces produits passent par des intermédiaires si nombreux (encore que quelques-uns soient nécessaires) que les marins qui ont eu la peine de les récolter, dans des conditions qu'il est inutile de retracer, n'en recueillent qu'un salaire minime, eu égard à la valeur des transactions commerciales auxquelles ils donnent lieu.

Cependant, si nous devons désirer que le perfectionnement de notre réseau de voies ferrées, la réduction des tarifs de transport et celle des droits d'octroi permettent de livrer rapidement, en grandes quantités et à bas prix, à l'ensemble de la population française, un produit qui n'entre aujourd'hui, il faut le dire, que pour une faible part dans son alimentation, — il n'est pas que l'insuffisance de la consommation qui oppose un obstacle au développement industriel des pêches maritimes et spécialement de la pêche du poisson frais. Si l'industrie des conserves exploite, en effet, des poissons qui s'offrent aux pêcheurs en masses serrées (variables d'importance, il est vrai, suivant les années, mais fournissant parfois des captures abondantes qui font compensation aux mauvaises pêches), l'industrie du poisson frais exploite des animaux qui, vivant sur les fonds marins, sans opérer généralement de grands déplacements, paraissent devoir permettre aux engins un travail toujours fructueux. Or, en ce moment même, une rumeur qui va grandissante court non seulement sur nos côtes, mais sur les côtes étrangères. C'est la plainte des pêcheurs qui accusent une diminution progressive dans les rendements relatifs de leurs eaux. En fait, l'expansion de l'industrie des pêches maritimes se trouve donc limitée encore par la productivité des mers qui est très nettement influencée par une exploitation toujours plus intensive des mêmes régions.

Cependant, ainsi que nous l'avons dit, nos pêcheurs se sont ingéniés à corriger cette productivité insuffisante des eaux, en recherchant au loin des terrains d'exploitation vierges des investigations humaines, et ont ainsi modifié profondément les conditions économiques de leur industrie. Les embarcations peu coûteuses, l'outillage précaire dont ils se servaient, sont remplacés par des bateaux et des engins assez puissants pour permettre un travail difficile en haute mer. Le capital que représentent de pareils armements est devenu assez considérable pour que le *patron* ne puisse plus, dans beaucoup de cas, être propriétaire — armateur — du bâtiment qu'il commande. Bien plus, dans certains ports, le matelot-pêcheur est, depuis quelques années, et sur sa demande parfois, salarié au mois, au lieu d'être rémunéré *à la part de pêche* qui représente mieux la valeur de sa contribution de travail [1]. Est-ce l'aurore d'un nouveau régime de rétribution pour les gens de mer et devons-nous nous attendre à voir s'établir sur notre littoral, chez les pêcheurs, le prolétariat qui existe dans d'autres industries et qui existe chez les pêcheurs d'autres nations ? Le salariat au mois fera-t-il place au salariat à l'embarquement ou même au salariat à la journée de travail ? Si l'emploi d'un capital plus considérable devait provoquer ce résultat, il aurait une fâcheuse influence sur la situation morale et économique de la population maritime. La concurrence vitale ne saurait manquer, en effet, d'amener, d'une part, l'avilissement des gages, tandis que, d'autre part, l'endurance proverbiale du pêcheur, sa connaissance pratique du métier qu'il exerce, son courage qui va jusqu'à la témérité, toutes les qualités enfin qu'il possède et qui proviennent, en grande partie, de ce qu'il sait ne devoir être payé qu'au prorata de l'énergie qu'il dépense individuellement, ne sauraient être le fruit

[1] La *part de pêche* attribuée comme salaire au marin est calculée d'après le montant de la vente des produits pêchés, ce chiffre étant divisé en un certain nombre de fractions dont un nombre (variable suivant les ports et les industries) est attribué à l'armateur, au patron et à l'équipage.

d'un métier où l'initiative personnelle du marin ne pourrait modifier le taux de son salaire. Dans ce cas, le pêcheur ne serait plus qu'un manœuvre quelconque, travaillant sur un chantier spécial, fournissant sa besogne sans goût, sans espérance et sans but.

Cependant les résultats de la pêche sont toujours incertains, et pour des gens qui ne peuvent disposer d'*avances*, on conçoit que la rémunération *au salaire fixe* semble devoir être préférée, à première vue, à la rémunération *à la part de pêche*. Peut-être serait-il possible de faire une juste moyenne entre ces deux modes de rétribution du travail des pêcheurs. A Arcachon, les marins de la *Société des pêcheries de l'Océan* reçoivent, en effet, un salaire fixe et une part de pêche, mensuellement. En calculant convenablement le taux des deux salaires, il ne paraît pas impossible de rétribuer chacun *suivant ses besoins essentiels*, tout en le rétribuant aussi *suivant ses œuvres*.

VIII

Comme nous l'avons dit, les pêches maritimes sont soumises à une réglementation spéciale, non seulement pour prévenir les accidents qui peuvent résulter pour les inscrits de leur condition d'existence à la mer, mais encore pour maintenir aux eaux leur productivité. Ces règlements généraux qui concernent l'exercice des pêches sont soumis dans leur application à des variations considérables suivant les régions.

Jusque dans ces dernières années, la capture, en quelque abondance que ce soit, des animaux marins comestibles adultes — et notamment de ceux qui apparaissent, en bancs épais, à certaines époques de l'année, à la surface des mers — n'a jamais paru devoir influencer défavorablement la productivité des eaux. Si l'administration a, pour la pêche de ces animaux, réglementé l'usage des engins très puissants, c'est que, très coûteux, ils ne sont susceptibles d'être employés que par un petit nombre d'inscrits et que, pouvant jeter sur les marchés d'immenses quantités de poissons, leur usage amène fatalement un avilissement des prix de vente fort préjudiciable aux intérêts des marins qui ne les possèdent pas (*sennes Belot*, *retz volant*, etc.).

Cependant, aujourd'hui où, comme nous l'avons dit, les fonds de pêche s'appauvrissent, l'on sait que la destruction des animaux reproducteurs qui n'ont pas encore frayé est un des facteurs des plus considérables de cet appauvrissement. D'autre part, et de tout temps, le législateur s'est justement préoccupé d'empêcher, autant que possible, la destruction des jeunes animaux, — dont la vente ne saurait procurer de profits sérieux aux pêcheurs et qui sont l'espoir des pêches à venir. Il a donc prévu des dimensions minima pour la maille des filets trainants et une taille minima pour la mise en vente du poisson; enfin il a interdit, d'une façon générale, la pêche aux filets trainants remorqués par des bateaux sur les fonds côtiers, qui sont les lieux de stabulation pour d'innombrables jeunes individus.

Malheureusement, les tolérances successives, nécessitées par les intérêts immédiats de la population maritime et consenties en raison de la difficulté d'assurer un service sérieux de surveillance, ont rendu inefficaces les dispositions prescrites pour la police des pêches maritimes. Aujourd'hui donc, la France — comme les nations étrangères, du reste — se préoccupe d'assurer, par une réglementation assise sur d'indiscutables bases scientifiques, le maintien de la densité d'empoissonnement des mers, tout en ménageant à la partie de la population riveraine qui ne peut disposer que de faibles bateaux, la facilité de gagner sa vie — au jour le jour.

Les travaux exécutés par les naturalistes sur les conditions de la reproduction et de la vie larvaire des poissons marins comestibles aussi bien que les résultats fournis en Norvège, à Terre-Neuve et en Ecosse par la pisciculture marine, permettent de pressentir la solution de ce difficile problème.

Il paraît démontré que la création de réserves marines et l'application dans nos eaux des méthodes aquicoles, dont la technique est précise, assureront la fertilité de nos eaux, en n'exigeant qu'un minimum de restrictions pour l'industrie de nos pêcheurs et en ouvrant, au contraire, un large horizon aux perfectionnements qui pourront se produire dans les procédés intensifs d'exploitation des mers. Or, il faut le reconnaître, ce sera là une conclusion pratique des travaux de tous les naturalistes qui se sont consacrés aux recherches de science pure sur la biologie marine.

Georges Roché,
Inspecteur principal des Pêches maritimes.

LE CORPUSCULE CENTRAL

ET LA DIVISION CELLULAIRE

La découverte, que firent il y a quelques années Van Beneden et Neyt, d'un corpuscule de moins d'un μ ($\frac{1}{1000}$ de mm.) de diamètre, situé dans le protoplasma cellulaire, changea la face de la morphologie et de la physiologie cellulaires. Le noyau, jusque-là considéré comme le *primum agens* dans la cellule, comme l'organe directeur de son évolution, fut destitué de ce rôle prédominant, rôle qui dès lors fut attribué au corpuscule. Bien qu'il n'y ait pas de petites découvertes dans le domaine des infiniment petits, nous avons à nous demander cependant si cette trouvaille a l'importance que « tache polaire », « corpuscule aréolaire » etc., se présente sous la forme d'une petite masse ronde, formée d'une substance qui toujours est plus colorable par les réactifs que le protoplasma dans lequel elle est plongée et qui souvent se colore d'une manière spéciale, élective, par l'emploi de certaines méthodes récentes de coloration. On avait cru, d'abord, le corpuscule central simple. Puis une foule d'auteurs ont montré qu'il est souvent double (fig. 1) et qu'il existe alors deux granules juxtaposés pour le représenter. Quelques-uns enfin, dans ces derniers temps, l'ont trouvé

Fig. 1. — *Cellule séminale de la Scolopendre, avec un corpuscule central formé de deux grains inégaux, duquel partent plusieurs filaments radiés.*

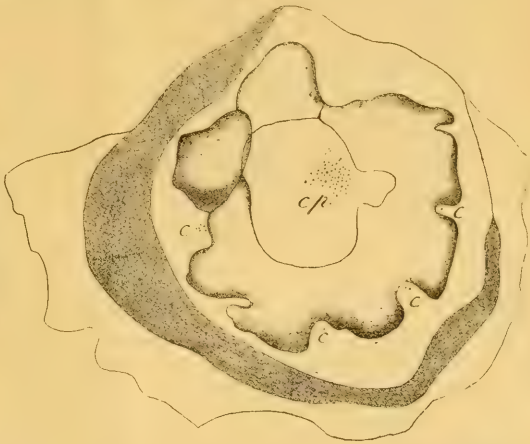


Fig. 2. — *Cellule géante de la moelle des os du Lapin*, d'après Heidenhain. — Le noyau, annulaire et irrégulièrement bosselé, entoure un espace central où l'on voit un microcentre principal ou groupe principal de corpuscules centraux, *cp*. Dans les infractuosités du contour de ce noyau, plusieurs groupes ou microcentres secondaires, bien moins nombreux en corpuscules (*C*, *C*, *C*, *C*).

l'on veut bien dire, si la destitution partielle du noyau et l'attribution donnée au nouvel élément découvert sont légitimes, dans quelle mesure le corpuscule central joue dans la cellule un rôle prédominant et en quoi consiste ce rôle. Hâtons-nous d'ajouter que jusqu'à présent, bien que, de l'avis à peu près unanime, une fonction importante soit certainement dévolue au corpuscule central, cependant on en est encore réduit à des conjectures quant à la nature exacte de cette fonction.

I

Le *corpuscule central*, appelé aussi *centrosome*, nommé plus anciennement « corpuscule polaire », multiple, formé de la réunion de grains en nombre variable, de trois à une centaine (fig. 2). Dès lors, l'expression de corpuscule central devient fautive. Il convient de la remplacer par une autre ne préjugeant pas du nombre de grains et s'appliquant tout aussi bien au corpuscule simple ou double qu'à l'ensemble des grains nombreux existant dans d'autres cas. Le terme de *microcentre*, proposé par M. Heidenhain [1], paraît heureusement choisi; c'est, en effet, un centre autour duquel, comme nous allons le voir, toutes les parties de la cellule sont orientées, et c'est un microcentre, puisque

[1] Martin Heidenhain. Neue Untersuchungen uber die Centralkorper, etc. *Archiv fur mikr. Anat.* Bd. XLIII, 1894.

les grains qui le composent ont un micron et moins de diamètre.

Dans le cas de deux ou plusieurs corpuscules constitutifs d'un microcentre, on crut d'abord qu'ils étaient de volume égal, et il en est souvent ainsi en effet. Plus souvent cependant ils sont inégalement volumineux (fig. 1). Heidenhain admet qu'alors le plus gros est le plus âgé, et que les plus petits ont été formés par bourgeonnement du plus gros.

Dans le cas aussi de deux ou plusieurs corpuscules juxtaposés dans une même cellule et formant ensemble un même microcentre, on peut constater

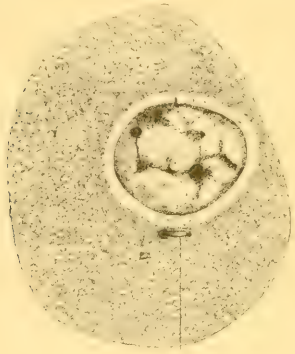


Fig. 3. — *Cellule séminale du Cobaye.* — Microcentre à deux corpuscules inégaux reliés par un pont de substance ligamenteuse *c e* (centrodesmose).

habituellement que ces corpuscules ne sont pas sans connexion entre eux, et qu'ils sont réunis par une substance différente de celle qui les constitue eux-mêmes, quoiqu'étant vraisemblablement de même origine. Cette substance forme entre eux une sorte de petit pont ligamenteux appelé par M. Heidenhain *centrodesmose* (ligament du centre) (fig. 3). Au début de la division de la cellule cette centrodesmose grandit et devient un petit fuseau clair, fibrillé, connu déjà depuis plusieurs années. Ce petit fuseau s'accroît à son tour en un *fuseau central*, qui fera partie de la figure de division de la cellule.

Il est aujourd'hui reconnu, par les observations de différents auteurs, qu'il peut exister dans une même cellule plusieurs microcentres, composés chacun d'un ou de plusieurs corpuscules centraux. Il en est ainsi dans les cellules géantes, à noyau polymorphe et irrégulier, de la moelle des os du lapin; outre un microcentre principal occupant le milieu de la cellule, on en trouve d'autres accessoires situés dans les dépressions de la face externe du noyau (fig. 2).

Quant à la constitution intime du corpuscule central, on comprend que cette question soit à peine ébauchée, puisque le corpuscule est, par sa petitesse, à la limite de nos moyens optiques d'investigation. Tandis que la plupart des auteurs n'ont trouvé aucune structure au corpuscule central et l'ont vu formé d'une masse homogène, d'autres ont décrit et figuré en son centre un grain plus coloré; un autre auteur même (Brauer) lui a attribué une structure analogue à celle du noyau.

Avant de quitter la question de morphologie, il est utile de remarquer que les cas de corpuscule double ou multiple, avec centrodesmose, peuvent recevoir deux interprétations différentes. Il est avéré que deux corpuscules naissent d'un seul, en d'autres termes qu'il y a division du corpuscule. Il est d'autre part certain que l'état bicorpusculaire peut se rencontrer tantôt dans des cellules qui sont en voie de division, tantôt dans des cellules qui

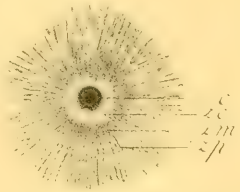


Fig. 4. — *Sphère attractive et corpuscule central, dessinés d'après une image artificielle obtenue suivant le procédé* de Henking. — *C*, corpuscule central, avec un grain central; *ZC*, zone centrale ou médullaire; *ZM*, zone moyenne ou corticale; *ZP*, zone périphérique ou irradiée de la sphère attractive.

sont en repos absolu. Si donc, dans nombre de cas, l'état bicorpusculaire du microcentre peut être considéré comme lié à la division de la cellule, ailleurs il est au contraire indépendant de celle-ci.

Une dernière observation est nécessaire. Quand on a constaté dans l'intérieur du protoplasma cellulaire l'existence d'un corpuscule coloré d'une façon spéciale, est-on autorisé à le considérer comme corpuscule central? Il est certain que la cellule peut loger d'autres corpuscules que le centrosome et se présentant avec les mêmes caractères. Quel sera donc le critérium qui permettra de mettre l'étiquette de centrosome sur le corpuscule observé? Ce critérium, qui ne fera le plus souvent pas défaut, consistera dans la présence autour du corpuscule d'une zone de protoplasma constitué d'une manière spéciale, à laquelle van Beneden et Neyt ont donné le nom de *sphère attractive*.

Bien que nous n'ayons pas ici l'intention d'envisager la sphère attractive en elle-même, il est nécessaire cependant, en raison des relations intimes qui la lient au corpuscule central, de donner quelques indications sur sa constitution. La sphère attractive se présente sous deux aspects principaux

très différents l'un de l'autre. En premier lieu, elle figure autour du corpuscule central une aire différenciée, composée elle-même de plusieurs zones (fig. 4). En second lieu, elle apparaît sous la forme de filaments qui irradient autour du corpuscule central et se continuent, d'autre part, avec les fibres du réticulum dont la cellule se compose. On a admis généralement, bien que cette opinion ne soit pas absolument justifiée, que la première forme est celle de la sphère à l'état de repos et n'appartient qu'aux cellules quiescentes ; la seconde caractériserait l'état de mouvement de la sphère et se trouverait exclusivement dans les cellules en division.

II

Il nous reste, maintenant que nous sommes renseignés sur la constitution morphologique du corpuscule central, à nous demander quelle est son origine : question qui commande celle de la nature de cet élément et de laquelle dépend à son tour la question de la signification morphologique et physiologique du corpuscule. Sur la genèse du corpuscule central trois opinions sont en présence.

Pour E. van Beneden et ses successeurs immédiats, le corpuscule central dérive d'un corpuscule central préexistant, par division de ce dernier ; l'adage *omnis nucleus a nucleo* est applicable au centrosome en changeant les termes. C'est sur le terrain même qu'il habite, c'est-à-dire dans le corps protoplasmique de la cellule, que le corpuscule central se divise. Il en résulte que le corpuscule central et ses descendants se maintiennent dans le protoplasma à travers toutes les générations cellulaires. Il est donc un élément de la cellule constant et permanent; toute cellule le possède et à tout moment de son existence.

Plus récemment, a surgi une autre opinion, émise d'abord par O. Hertwig. Le corpuscule central n'est peut-être pas constant et n'est certainement pas permanent : il y a en effet des cellules où son existence est encore inconnue, et il y a des phases de la vie cellulaire où il disparaît aux yeux de l'observateur. Un corpuscule central ne dérive pas nécessairement d'un élément semblable, mais peut se former dans le noyau, sa substance étant empruntée soit au nucléole, soit aux chromosomes nucléaires. Le centrosome, lorsqu'il s'individualise, quitte le noyau et vient habiter le protoplasma pendant la division cellulaire; c'est là qu'on l'a découvert et qu'on le trouve généralement. La division faite, la substance du corpuscule central redevient partie intégrante du noyau.

Dans une troisième opinion, moins catégoriquement posée que les précédentes, le corpuscule central est un produit de l'élaboration du protoplasme et devient un élément *sui generis*, qui mérite d'être placé à côté du noyau et du protoplasme comme élément constituant de la cellule (Waldeyer).

On conçoit que, avec les deux premières opinions précédentes comme bases, deux points de vue différents peuvent exister, quant à la nature du corpuscule central. Comme conséquence de la théorie de van Beneden, ce corpuscule est autonome, de nature spéciale. Les auteurs, au contraire, qui, avec O. Hertwig, le font provenir du noyau, lui attribuent nécessairement une nature semblable soit au nucléole, soit aux chromosomes nucléaires. Ces deux manières de voir s'appuient d'ailleurs sur des réactions de coloration. Hertwig, Henneguy et d'autres observent que le corpuscule central, à la suite de certains procédés de coloration (procédé de Flemming, par exemple), prend la même couleur que le nucléole ou les chromosomes. Au contraire, Heidenhain, se servant d'une méthode inventée par lui, trouve des différences entre le centrosome d'une part, les chromosomes et le nucléole d'autre part, quant à la facilité avec laquelle ces divers éléments, une fois colorés, se décolorent. La conclusion est que, dans le premier cas, la substance du centrosome offre une parenté chimique avec celle du nucléole (pyrénine) ou celle des chromosomes (nucléine) ; dans le second cas, au contraire, elle est chimiquement spéciale.

Reste maintenant à débattre la question la plus grave, celle de la signification morphologique et physiologique du corpuscule central, qui domine peut-être toute la biologie cellulaire.

Au point de vue physiologique, quel est le rôle du microcentre ? Ce microcentre est-il un centre principal, qui commande toutes les parties du protoplasma cellulaire ou même de la cellule tout entière, orientée autour de lui ; ou bien n'est-il que l'effet secondaire du centrage de ce protoplasma, dont la cause doit être cherchée ailleurs ? Faut-il voir en lui le déterminant de la structure cellulaire, ou bien n'est-il, suivant l'expression de Bürger, qu'un « phénomène » de cette structure ? En un mot, est-il cause ou effet ?

Boveri et d'autres se sont placés au premier point de vue. Pour Boveri, le corpuscule central exerce une « suprématie matérielle » sur la cellule et particulièrement sur le protoplasma cellulaire, qui prend nécessairement autour de lui une disposition caractéristique.

Van Beneden et plusieurs autres ont soutenu une manière de voir qui s'écarte passablement de la précédente, dans laquelle le corpuscule central n'est la cause ni de la structure cellulaire ni des modifications de cette structure, mais n'en est pas non plus le simple effet. Pour lui et les partisans de sa théorie, le corpuscule n'est qu'un point central d'insertion pour les fibres du proto-

plasma cellulaire, qui sont les seuls agents des mouvements intracellulaires.

Avec Henking, Bütschli, Bürger et même C. Schneider, le corpuscule central n'est plus un élément de la cellule, un organe qui y remplit une fonction; il n'a pas de valeur morphologique, et, au point de vue physiologique, n'est qu'un aspect particulier du plasma cellulaire. Bütschli et Henking ont illustré leur manière de voir de schémas qu'il est intéressant de connaître. Bütschli, dont les efforts se sont toujours portés vers la création artificielle des structures cellulaires, a montré que dans des écumes oléo-gélatineuses, imitant la substance protoplasmique, de même que dans des écumes d'albumine coagulée, les bulles d'air sont souvent entourées d'une irradiation caractéristique, et figurent ainsi autant de centrosomes. Irradiation et centrosomes se produiraient grâce à ce que les bulles d'air se contractent dans les écumes lors du refroidissement et exercent ainsi de toutes parts une traction dirigée vers le centre des bulles, qui transforme la structure écumeuse et l'ordonne radiairement. Le centrosome serait de même le point de concentration des forces de diffusion existant dans la cellule. Le schéma de Bütschli pourrait être dit schéma des forces de traction.

L'interprétation change avec Henking et le schéma aussi; mais l'idée fondamentale demeure la même. Au lieu d'invoquer pour la production du centrosome et de la sphère irradiée une force de traction vers un centre, l'auteur fait intervenir une force de pression s'exerçant à partir de ce centre. Il réalise expérimentalement son schéma de la façon suivante. Si on laisse tomber sur un carton enfumé une goutte de liquide d'une hauteur convenable, on constate au point de chute du liquide un grain noir et autour de celui-ci une aire formée de deux ou trois zones alternativement noires et blanches, de laquelle partent dans tous les sens de nombreux rayons blancs. En un mot, l'image obtenue est très fidèlement celle du centrosome et de la sphère avec son irradiation (fig. 4). C'est là un schéma dit des forces de pression, parce que l'auteur admet qu'à partir du point de chute de la goutte liquide, il se fait une pression centrifuge, de laquelle résulte le schéma avec ses parties noires chargées de noir de fumée, parce que la pression y était nulle, et ses parties blanches dépourvues de parcelles de charbon, parce que la pression en a chassé ces parcelles.

En somme, dans la pensée des derniers auteurs que nous avons cités, le corps central n'est plus qu'une formation contingente, le résultat d'une modification physique éphémère et inconstante de la substance de la cellule; c'est, par exemple, une sorte de comprimé cellulaire.

III

Voici maintenant l'hypothèse que je me permets d'émettre sur l'origine et la signification du corpuscule central, et à laquelle j'ai été conduit parce que les faits que j'ai observés ne sont pas en harmonie avec la théorie de la permanence du centrosome non plus qu'avec celle de sa provenance nucléaire.

Le corpuscule central ne dérive pas nécessairement d'un élément semblable, préexistant dans le protoplasma. Il n'est pas non plus une partie nucléaire éliminée et émigrant dans le corps protoplasmique. Il se forme dans le protoplasma d'une cellule, lorsque cette cellule est arrivée par la voie nutritive à son apogée, et qu'en conséquence elle a atteint le coefficient de la masse chromatique qui lui revient [1]. C'est un fait d'observation devenu banal que tout organisme cellulaire bien nourri se divise; la division est la conséquence immédiate d'une nutrition abondante et se produit comme pour prévenir une nutrition trop abondante et une hypertrophie consécutive de la cellule. Comme maintenant la division cellulaire est précédée et sans doute déterminée par celle du corpuscule central, ainsi qu'on le sait bien aujourd'hui, la nutrition de la cellule devra avoir pour suite immédiate la division du corpuscule central, et avant tout sa formation, s'il n'est pas préformé dans la cellule. D'après cela, le corpuscule central serait un excédent chromatique qui, faute de trouver place dans le noyau, tabernacle de la matière idioplasmique (spécifique de la cellule et héréditaire), et ne pouvant se surajouter à cette matière qui est déjà au complet dans le noyau, demeurerait dans le protoplasma; ne pouvant prendre part à la constitution de l'idioplasme, il servirait, on va le voir, à assurer la transmission de ce dernier. Sitôt donc l'équilibre nutritif de la cellule atteint, et la masse nucléaire chromatique portée au quantum caractéristique, il y aurait, comme premier symptôme de l'hypertrophie commençante de la cellule, hyperplasie chromatique, idioplasie excessive, d'où apparition, dans le corps cellulaire, d'une parcelle chromatique d'idioplasme, qui est le microcentre. L'apparition de cette parcelle dans le protoplasma cellulaire met la cellule en état de mouvement, de cinèse, cette parcelle agissant comme irritant sur la cellule, soit en tant que simple corps étranger et à la façon d'un micro-organisme intracellulaire, soit en tant qu'excitant physiologique, spécifique, de la cellule et fonctionnant comme microcentre.

[1] On sait en effet que, pour chaque espèce animale, le nombre des éléments chromatiques du noyau et par conséquent sans doute aussi la masse de chromatine y contenue paraissent être fixes dans une cellule au repos.

La division du microcentre se produit ensuite. Cette division s'effectue d'elle-même ou n'est que l'effet d'une cause existant d'autre part. Elle est sa cause à elle-même si l'on admet, par exemple, qu'elle consiste en une séparation physique des éléments de nom contraire du microcentre (éléments mâle et femelle, je suppose) en deux microcentres-fils. Elle ne sera qu'effet si l'on ne veut voir dans cette division qu'une disjonction mécanique, due à une cause prochaine telle que la contraction des filaments du protoplasma cellulaire, produite elle-même sous une influence éloignée encore inconnue. La division du microcentre (centrokinèse et centrodiérèse) précède celle du noyau (karyokinèse et karyodiérèse), qui en est la conséquence; la parcelle surnuméraire d'idioplasme donne l'impulsion à la cellule, qui agit sur la masse totale de l'idioplasma pour la diviser et la transmettre aux cellules-filles.

Cette hypothèse, on le voit, est plus qu'un compromis entre la théorie du centrosome autonome dans le protoplasma et celle du centrosome de provenance nucléaire. Elle a une place à part à côté de ces deux théories; elle fait du corpuscule central une formation d'origine protoplasmique, mais de nature nucléaire. Elle procède en partie de l'hypothèse de Waldeyer, qu'elle complète et surtout qu'elle détaille et précise.

Comme la théorie protoplasmatique de van Beneden, elle explique la présence du corps central dans des cellules au repos, mais cependant déjà aptes à se diviser. En raison de la nature qu'elle attribue au centrosome, qui serait un élément idioplasmique, elle peut, mieux que cette théorie, fournir l'explication du *primum movens* de la division cellulaire, puisqu'elle donne la suprématie matérielle au centrosome. Contrairement à la théorie de van Beneden, qui veut la permanence et la constance du corps central, elle s'accorde avec les faits négatifs concluant à l'absence de cet élément et avec les faits positifs prouvant sa dégénérescence.

Comme la théorie nucléaire d'Henking, elle explique la coloration analogue que prennent les chromosomes et le centrosome. Elle permet aussi de comprendre pourquoi la division du microcentre présente des aspects semblables à celle du noyau : entre autres, de même qu'il apparaît entre les deux centrosomes-fils une centrodesmose qui se transforme en petit fuseau, de même il se forme entre les chromosomes des deux noyaux-fils des filaments connectifs formant une chromodesmose.

En somme, un petit noyau (micronucléus) paraît dans le protoplasma et s'y divise à côté du grand noyau (macronucléus) : c'est le microcentre. La division du premier est comme la maquette du second; le microcentre se comporte en cela comme un « caryoïde » (κάρυον, noyau; εἶδος, image).

Faut-il maintenant donner à ces expressions de micronucléus et de macronucléus une autre valeur que celle qu'elles ont au sens littéral? Faut-il, comme on l'a fait de plusieurs côtés, leur donner une signification phylogénétique, et comparer le microcentre et le noyau des Métazoaires aux micronucléus et macronucléus des Infusoires ciliés? Les essais qui ont été faits dans ce sens ne sont guère encourageants, parce que les auteurs (Henneguy, Julin, M. Heidenhain) qui ont tenté de semblables homologies, sont arrivés à des résultats tout à fait discordants, puisque l'on a homologué avec un égal succès le micronucléus au microcentre et le macronucléus à ce même microcentre.

La règle que nous avons supposée exister tout à l'heure serait donc que la cellule se fait un microcentre nouveau avec l'appoint nutritif qu'elle reçoit pendant la période de repos. Cette règle paraît souffrir deux exceptions au moins, dans lesquelles le corpuscule central dérive d'un corpuscule préexistant, conformément à la loi de van Beneden. Ces exceptions s'expliquent du reste facilement.

Il est connu que dans certaines cellules (surtout des cellules embryonnaires) plusieurs divisions du noyau se succèdent sans interruption, précédées chaque fois de la division du microcentre. Il n'est pas impossible, dans ce cas, que la masse de substance existant dans le microcentre de la cellule-mère initiale soit supérieure à la quantité nécessaire pour une division cellulaire, et que l'énergie du corpuscule central ne soit pas épuisée au bout d'une division.

Une seconde exception est celle des cellules sexuelles, spécialement des cellules mâles, où la division du microcentre se répète deux fois sans interruption, suivie de la division non interrompue aussi du noyau. Il est possible, ainsi qu'Henking déjà a été amené à l'admettre, qu'il se fasse ici une réduction de la substance du microcentre semblable à celle qu'on admet pour le noyau. On sait, en effet, pour le noyau des cellules mâles, que, par suite de la bipartition réitérée de la cellule sans stade de repos interposé, la masse chromatique du noyau est réduite au quart.

IV

Voyons à présent ce que devient notre hypothèse dans le cas spécial de la fécondation. On est d'accord pour admettre que les deux éléments conjoints, le spermatozoïde et l'œuf, apportent dans la fécondation une quantité égale de chromatine nucléaire. Mais on diffère sur la question de savoir si l'un et l'autre y apportent son centrosome. Les observations de Platner, Fol, Guignard et H. Blanc

sont pour l'affirmative, celles de Guignard étant surtout démonstratives et absolument inattaquables. Au contraire Boveri, Vejdovsky, Böhm, Oppel, R. Fick, admettent que l'œuf mûr, au moment de la fécondation, est dépourvu de corps central : Balbiani et Henneguy arrivent, d'une façon un peu différente, à la même conclusion. C'est Boveri qui le premier a développé cette idée que le spermatozoïde fournit seul le centrosome préposé à la conjugaison sexuelle et à la première division de l'œuf. « L'œuf mûr, dit-il, possède tous les organes et toutes les qualités nécessaires à la division, à l'exception du centrosome, qui pourrait inaugurer la division. Le spermatozoïde, au contraire, est pourvu d'un tel centrosome... » On a montré depuis (R. Fick, Hermann) que ce centrosome n'est autre que la « pièce d'union » du spermatozoïde, c'est-à-dire cette partie qui réunit la tête et la queue de cet élément,

Ainsi, dans cette deuxième manière de voir, que nous accepterions volontiers, n'étaient les observations décidément contraires de Fol et de Guignard, le spermatozoïde et l'œuf sont bien, l'un comme l'autre, des supports de la substance héréditaire, des « porte-hérédité » (*Vererbungsträger* de Hermann) : ils logent, en effet, dans leur noyau, qui est la tête du spermatozoïde et la vésicule germinative de l'œuf, une quantité équivalente de substance héréditaire. Mais le spermatozoïde serait le seul support de la substance fécondante, le seul « porte-fécondant » (*Befrüchtungsträger* de Hermann). L'œuf, par contre, en outre de sa fonction dans l'hérédité, n'est, en raison des matériaux de réserve qu'il emmagasine, qu'un substratum de matière nutritive, un « porte-nourriture » (*Nährungsträger*). Au spermatozoïde il appartient donc d'apporter la substance irritative (centrosome), cause déterminante de la conjugaison des noyaux sexuels. A l'œuf est dévolu de fournir les matériaux de réserve (vitellus), capables peut-être, en fournissant un aliment aux premières cellules de l'embryon, de régénérer aussi, en l'absence de tout apport nutritif venu du dehors, la substance irritative des premières divisions de la cellule embryonnaire.

Il nous reste à examiner dans quelle relation notre hypothèse, sur l'origine et la nature du centrosome, se trouve vis-à-vis de la conception de Weismann sur l'hérédité. On sait que le plasma germinatif, idioplasma héréditairement transmissible, a pour siège la chromatine nucléaire. Comme nous admettons dans notre hypothèse l'identité de nature de la substance chromatique du noyau et de celle du centrosome, nous nous trouvons dans l'obligation de penser que l'une comme l'autre est essentiellement formée par le plasma germinatif. Or, comme le plasma germinatif est continu et transmissible par la voie héréditaire, il y aurait en apparence quelque difficulté à admettre que le centrosome fût en même temps constitué par le plasma germinatif et créé à nouveau dans chaque cellule ; les termes de plasma germinatif et de création nouvelle semblent contradictoires. Il ne faut pas oublier cependant que c'est pour la théorie du plasma germinatif une nécessité inéluctable, à laquelle n'a échappé aucun de ceux (Weissmann, Kölliker, O. Hertwig) qui l'ont soutenue, que d'admettre la régénération du plasma germinatif. Le doublement du plasma germinatif par voie de nutrition est, en effet, un corollaire inévitable de la bipartition même de ce plasma lors de la division cellulaire, puisque, de par la division, chaque cellule-fille ne vient au monde qu'avec la moitié de la substance chromatique qu'elle doit posséder. Nous admettons, comme on l'a vu plus haut, que, ce doublement effectué, l'élaboration du protoplasme qui change le produit d'absorption de la cellule en dépôt nucléaire, la nourriture en plasma germinatif, continue à se faire. L'excédent de cet idioplasme (histogène ou germinatif proprement dit), cette particule élémentaire de plasma germinatif, cet *ide* surnuméraire, comme on pourrait dire d'après Weissmann, est le centrosome.

En résumé, le corpuscule central est un organe de la cellule, comme l'a exprimé van Beneden, mais c'est un organe habituellement transitoire et non permanent. Il est le produit de l'activité sécrétoire d'une cellule abondamment nourrie, et c'est le produit de sécrétion spécifique de la cellule. C'est de l'idioplasme qui, ne pouvant fonctionner comme un plasma germinatif, dont la cellule est saturée, fonctionne en tant que plasma divisant. De même que le cristal ajouté à une solution saturée ne se dissout plus, mais provoque la cristallisation de la solution, de même la parcelle idioplasmique surnuméraire ne s'ajoute pas à l'idioplasme du noyau, mais provoque la division de celui-ci. La substance de l'hérédité est à elle-même sa *substance divisante*.

Voilà pour les cellules somatiques.

L'œuf est une cellule où cette sécrétion ne se fait pas, l'activité du protoplasma étant détournée, absorbée par l'emmagasinement des matériaux de réserve (*substance nutritive*). Le spermatozoïde est une cellule où cette sécrétion (*substance fécondante*) s'opère, au contraire, à l'exclusion de toute autre. Nous savons quelles réserves comporte pour le présent cette schématisation du cas des cellules sexuelles et de la fécondation.

A. Prenant,
Professeur d'Embryologie et d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Nancy.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LES LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES DU BALTIMORE AND OHIO RAILROAD. — TROUBLES CAUSÉS SUR DES LIGNES TÉLÉPHONIQUES PAR UNE DISTRIBUTION A COURANTS ALTERNATIFS. — COMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUES ENTRE LES TRAINS ET LES STATIONS DE CHEMIN DE FER.

Au moment où l'attention de la population parisienne est si vivement attirée par la question du chemin de fer métropolitain, il est intéressant de considérer la solution que vient de réaliser, pour le passage des tunnels sous la ville de Baltimore, la *Baltimore and Ohio Railroad Company*.

Dans la traversée des longs tunnels, la fumée des locomotives à vapeur est une gêne depuis longtemps ressentie par tous les voyageurs. Même quand la voie souterraine n'atteint pas la longueur de celle du Saint-Gothard ou du Mont-Cenis, la fumée tend à rendre irrespirable l'atmosphère qu'elle pollue. C'est pour parer à cet inconvénient, dont la gravité augmente de plus en plus avec la longueur croissante des parcours en galerie, que la *Baltimore and Ohio Railroad Company* s'occupe en ce moment de construire des locomotives électriques d'un type nouveau. Ces machines seront destinées à traîner sous le tunnel de Howard-Street les trains de voyageurs et de marchandises.

On sait qu'en général les voitures longues des chemins de fer, par exemple nos wagons-salons, sont montées sur des *trucks*. On appelle ainsi les supports de la cage, composés chacun d'un cadre reposant sur quatre roues. La cage d'un wagon-salon est ordinairement fixée sur deux trucks indépendants l'un de l'autre : cette disposition a pour but de permettre à toutes les roues d'une voiture très longue d'épouser le mieux possible la forme de la voie.

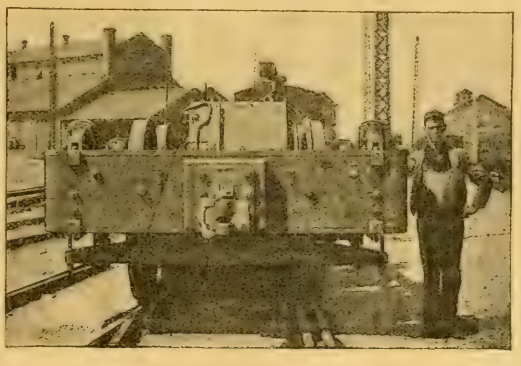


Fig. 1. — *Truck des nouvelles locomotives électriques de la Baltimore and Ohio Railroad Company. Vue d'une extrémité.*

C'est ce système qui vient d'être appliqué, en raison de la grande longueur que leur impose leur matériel, aux nouvelles locomotives que nous décrivons. Chacune comprend deux trucks ayant deux axes et quatre roues motrices (fig. 1 et 2). A chaque axe correspond un moteur de 300 chevaux supporté par le châssis du truck au moyen d'un ressort à boudin. L'armature du moteur est montée sur un arbre creux, à l'intérieur duquel passe l'axe correspondant. La liaison entre ces deux pièces est faite au moyen d'un accouplement élastique particulier permettant de donner au moteur des mouvements dans n'importe quel sens. La locomotive peut ainsi être employée indifféremment à tirer ou à pousser. Elle est munie d'un frein et d'un sifflet fonctionnant par l'air comprimé au moyen d'un petit moteur électrique auxiliaire. L'abri du mécanicien est percé de fenêtres de tous les côtés, de manière que la vue ne soit obstruée dans aucune direction. Dans cet abri sont placés tous les instruments de contrôle et de commande nécessaires à la protection et à la conduite de la machine.

Les figures 1 et 2 montrent de deux côtés différents un truck isolé. La locomotive complète pèse environ 100 tonnes et est capable de développer 1.200 chevaux. Elle reçoit le courant d'un câble extérieur au moyen d'un trolley. La vitesse maximum qu'il est possible d'obtenir est de 90 kilomètres à l'heure. La vitesse moyenne des trains sera de 55 kilomètres environ, égale, par conséquent, à celle que donnent les locomotives à vapeur. Les essais préliminaires, faits il y a quelque temps, ont été des plus satisfaisants, et le nouveau service commencera très prochainement à fonctionner [1].

Nous signalons cet exemple avec plaisir. La traction électrique à trolleys n'a, dans les souterrains, aucun des inconvénients qui la font quelquefois rejeter pour les voies situées au niveau du sol. Elle a, d'autre part, sur la traction à vapeur, l'immense avantage de ne pas vicier et rendre irrespirable l'atmosphère des tunnels. Puisse la démonstration de Baltimore marquer un progrès dans les applications de l'électricité et dans la question des métropolitains !

Certains troubles, qui se sont produits à Odessa l'été dernier, causés par des phénomènes d'induction, nous montrent de combien de précautions il est nécessaire de s'entourer, lorsque l'on construit des lignes téléphoniques à proximité de circuits parcourus par des courants alternatifs [2].

Les lignes téléphoniques d'Odessa sont aériennes. Les dynamos de la station centrale sont de deux types : les unes marchent à 40 périodes et à 1.800 volts ; les autres marchent à 125 périodes et à 2.000 volts. Jusqu'à ces derniers temps, l'éclairage du théâtre était fait par des machines du premier type, avec une différence de potentiel de 60 volts aux bornes du circuit secondaire ; l'énergie consommée était d'environ 80 kilowatts. On pouvait percevoir un peu d'induction sur les lignes téléphoniques voisines ; mais l'effet produit était insignifiant et incapable de troubler les communications en quoi que ce soit. Il n'en fut plus de même lorsqu'on brancha le circuit du théâtre sur le réseau alimenté par les machines à 125 périodes.

On pensa d'abord que l'induction était due aux câbles primaires ; mais les lignes les plus influencées les coupaient à angle droit, la distance au point de croisement étant d'environ 7 mètres. On fit l'expérience suivante : le réseau à basse tension, alimentant le théâtre, fut remplacé par des rhéostats à liquide, aux bornes des transformateurs, qui fonctionnèrent dans ces

[1] D'après *The Electrical World*, n° du 5 janvier 1895.
[2] *The Electrician*, n° du 28 décembre 1894.

conditions. Il fut alors impossible de déceler le moindre courant induit.

L'examen des circuits secondaires montra qu'un grand nombre d'entre eux formaient ce qu'on appelle la distribution en boucle. Ce système a l'avantage d'assurer un voltage plus uniforme aux bornes des lampes, mais présente l'inconvénient, quand il s'agit de courants alternatifs, que les deux câbles voisins sont parcourus par des courants de même sens, de manière que le réseau complet forme une sorte de bobine gigantesque. On explora le champ magnétique produit par cette bobine au moyen d'une couronne de 100 mètres de fil isolé, qui était enroulé sur une circonférence d'environ 1m,20 de diamètre et dont les extrémités aboutissaient à un récepteur téléphonique. En promenant cette couronne à travers le théâtre et en lui donnant en chaque point diverses inclinaisons, on put y déterminer la direction des lignes de force avec une rigueur suffisante. L'induction était particulièrement sensible près du sol et à côté du toit. Ce toit, construit en fer, concentrait les lignes de force et semblait agir à la façon des pièces polaires des champs magnétiques.

Dans un autre théâtre, où le système en boucle avait été appliqué, des troubles identiques se produisirent. Aucun doute ne put donc subsister.

La même ville d'Odessa a fourni un exemple remarquable d'induction électrostatique. Des troubles se manifestèrent brusquement dans un quartier épargné jusque-là. On venait d'installer une nouvelle ligne primaire, courant parallèlement aux lignes téléphoniques sur une distance d'environ 350 mètres. Les câbles primaires étaient placés sur des poteaux en bois à 7 mètres du sol; les fils téléphoniques, également sur des poteaux en bois, étaient à 11 mètres du sol, et de l'autre côté de la rue, large d'au moins 20 mètres. Il n'y avait en cet endroit aucun branchement de transformateur. L'effet fut d'abord signalé sur une ligne téléphonique qui, parallèle pendant 30 mètres aux câbles primaires, les coupait alors à angle droit. On supposa que ceux-ci étaient en communication d'une manière quelconque avec les fils de ligne; mais un examen attentif qu'on leur fit subir montra que l'un d'eux, par négligence, avait été laissé détaché. L'induction cessa aussitôt que la connexion fut faite. L'isolement des lignes était parfait; l'effet était purement électrostatique. A la suite de cette observation, on fit des expériences destinées à reproduire franchement ces mêmes effets; on attacha à l'un des pôles de la dynamo un circuit se dirigeant d'un certain côté de la ville; à l'autre pôle, un circuit se dirigeant dans le sens opposé. Toute communication téléphonique fut impossible. L'induction, très faible quand un seul circuit était attaché, devenait très forte quand on attachait le second. Les longueurs des doubles lignes de ces circuits étaient, l'une, de 8 kilomètres; l'autre, de 5 kilomètres. Leur isolement, y compris les transformateurs, était d'environ 300.000 ohms. Les ampèremètres les plus sensibles ne décelaient pas le moindre courant.

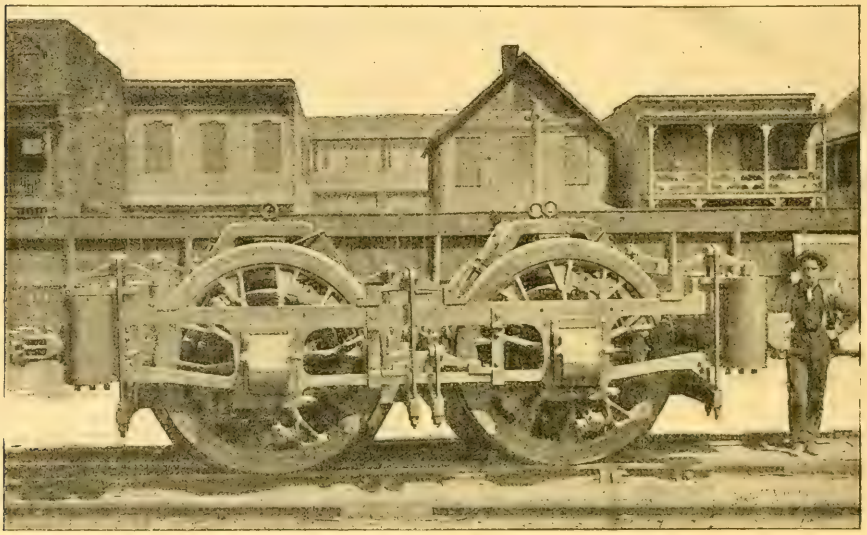


Fig. 2. — *Truck des nouvelles locomotives électriques de la Baltimore and Ohio Railroad Company. Vue du profil.*

Un correspondant du *New South Wales Railway Budget* signale un exemple de communications téléphoniques établies entre les trains et les diverses stations du *Wellington and Manawater Railway*. Le procédé employé est d'ailleurs des plus simples. Un fil téléphonique court tout du long de la ligne et communique avec un poste à chaque station. Dans le fourgon du conducteur a été également établi un poste auquel est attachée une bobine de fil terminée à son autre extrémité par une agrafe en fer. Supposons qu'un train soit forcé de s'arrêter entre deux stations : le conducteur accroche son agrafe au fil téléphonique et sonne; les roues et les rails servent de retour. Son appel est entendu à toutes les stations qui peuvent alors y répondre et communiquer avec lui.

A. Gay,

Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Tannery (Jules), *Sous-Directeur des Etudes scientifiques à l'Ecole Normale Supérieure.* — **Introduction à l'Etude de la Théorie des Nombres et de l'Algèbre Supérieure.** — *Conférences faites à l'Ecole Normale, rédigées et complétées par MM.* **E. Borel** *et* **J. Drack.** — *1 vol. in-8° de 350 p. (Prix : 10 fr.). Nony et Cie, éditeurs. Paris*, 1895.

La première partie de cet ouvrage (*Théorie des nombres*), rédigée par M. Borel, traite d'abord des congruences numériques : $a \equiv b$ (mod. m) qui expriment que les entiers a et b diffèrent d'un multiple de l'entier m, puis de la résolution des congruences algébriques, pour lesquelles on peut édifier une théorie analogue à celle des équations entières à une inconnue ; pour attribuer des racines à toutes ces congruences, on est conduit à introduire des symboles, dits *imaginaires de Galois*, définis par la condition de satisfaire à certaines d'entre elles : cette introduction est faite du point de vue où s'est placé Kronecker. L'ouvrage se poursuit par une étude élémentaire des congruences binômes et de la théorie des indices, étendue aux imaginaires de Galois, puis par celle de la congruence du second degré qu'on ramène à la congruence binôme $x^2 \equiv D$ suivant un module premier p ; quand un entier x vérifie cette congruence, l'entier D est dit *résidu quadratique* du nombre premier p : d'où la détermination de l'un des nombres p ou D, connaissant l'autre ; en particulier, quand D est donné, on a le difficile problème résolu par Legendre, à l'aide de la loi dite de *réciprocité*, et qui établit une distinction essentielle entre les nombres premiers des formes $4n + 1$ et $4n + 3$; cette distinction se retrouve au chapitre suivant, qui traite de la représentation des entiers par des formes quadratiques, et, en particulier, par des sommes de carrés : la propriété, exclusive parmi les nombres premiers, de ceux qui ont la forme $4n + 1$ d'être une somme de deux carrés, conduit à ne plus les regarder comme premiers dans l'ensemble des entiers tant réels qu'imaginaires, tels que Gauss les a considérés.

La seconde partie (*Algèbre supérieure*), rédigée par M. Drack, est dominée par l'idée de mettre en évidence l'introduction logique des symboles algébriques, comme extension du *groupe* formé par les entiers positifs, relativement à leurs modes de composition additif et multiplicatif ; d'où l'apparition des entiers négatifs, puis de tous les nombres rationnels, et enfin des nombres *algébriques*; comme racines d'une équation entière à coefficients entiers, *irréductible* à d'autres équations à coefficients entiers et de degré moindre ; si l'équation est de degré n, n symboles apparaissent ainsi à la fois, qu'on peut déterminer par les relations symétriques élémentaires entre les coefficients et les racines ; on est ainsi amené à considérer plus généralement n symboles introduits simultanément par un système d'équations, et l'on établit que leur calcul revient à un calcul de polynômes suivant *un module* R (x) (c'est-à-dire effectué à des multiples près de R), R désignant un polynôme à coefficients entiers qu'on nomme le *résolvant* du système simultané ; ces considérations permettent d'établir la possibilité logique de l'introduction des nombres algébriques, telle qu'elle a été faite, et amènent à l'étude des relations qui existent entre les fonctions rationnelles de n indéterminées : cette étude entraîne celle des *groupes de substitutions*, dont la théorie est appliquée aux équations *résolubles algébriquement*, et à la démonstration du célèbre théorème d'Abel sur l'impossibilité de résoudre ainsi l'équation générale de degré supérieur au quatrième. L'ouvrage se termine par des applications aux équations dites *normales* et *abéliennes* et des notes complémentaires.

Dans la préface, M. Tannery insiste sur la grande part de ses deux collaborateurs à l'œuvre commune : à leur tour, MM. Borel et Drack s'associeront à nous pour reconnaître ce qui revient à leur éminent maître des qualités de clarté, d'élégance et de méthode, qu'on trouve dans ce remarquable ouvrage.

M. Lelieuvre.

Painlevé (Paul). — **Mémoire sur la Transformation des Equations de la Dynamique.** — (*Journal de Mathématiques*, 1894), *92 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris*, 1894.

On ne saurait prétendre, dans une notice de quelques lignes, faire un compte rendu circonstancié de 92 pages remplies de calculs et de raisonnements serrés. Expliquons seulement en peu de mots de quoi il est questions dans le Mémoire de M. Painlevé.

Soit S un système matériel dont la position est définie par R variables q. Les forces ne dépendent ni du temps, ni des vitesses, mais seulement de la position de S. La force vive ne dépend que de la position de S et des vitesses, mais non du temps. On obtient alors les q en fonction du temps, c'est-à-dire le mouvement du système S, par l'intégration d'un système (A) d'équations différentielles dit « système de Lagrange ».

Rien n'empêche d'imaginer un point s ayant, dans un espace E à R dimensions, les q pour coordonnées. Alors s parcourt dans cet espace une mulplicité à une dimension ou courbe trajectoire g. Le mouvement de S est connu dès que l'on connaît la nature géométrique de g ainsi que la loi du déplacement de s sur g.

M. Painlevé cherche les systèmes de Lagrange « correspondants » de (A), c'est-à-dire tels que la courbe g soit la même que pour (A), la loi du déplacement de s sur g pouvant changer. Cette propriété doit, dans une certaine mesure, rester inaltérée par un changement de coordonnées effectué dans l'espace E.

On obtient d'abord une infinité de systèmes correspondants en changeant l'unité de temps. La nouvelle unité peut être imaginaire, ce qui permet d'interpréter en dynamique le *temps imaginaire*. Il y a aussi une infinité de correspondants, signalés par M. Darboux, lorsque les forces du système (A) proviennent d'un potentiel. En dehors de ces correspondants *ordinaires*, il n'en existe pas d'autres, à moins de sujétions spéciales à imposer au système (A).

M. Painlevé étudie ces sujétions. Une conséquence intéressante est celle-ci : une certaine fonction quadratique des vitesses (analogue à la force vive, mais distincte) doit, à chaque instant du mouvement, dépendre seulement de la position du système matériel et non du temps.

Quand il s'agit d'un savant comme M. Painlevé, les épithètes louangeuses ne sont plus de mise. Bornons-nous à signaler la grande importance que me paraissent avoir pour les progrès de la Mécanique rationnelle le Mémoire présent ainsi que les travaux antérieurs de MM. Darboux, Appell, Goursat... dont M. Painlevé se réclame souvent. Tout cela consiste, en effet, à étudier les solutions des problèmes de Dynamique en elles-mêmes, indépendamment du procédé de résolution. C'est le premier pas vers une théorie des Invariants en Mécanique. On sait combien cette notion d'invariance a déjà transformé l'Analyse et la Géométrie.

Léon Autonne.

2° Sciences physiques.

Maréchal (H.), *Ingénieur des Ponts et Chaussées et du Service municipal de la Ville de Paris.* — **L'Éclairage à Paris.** *Etude technique des divers modes d'éclairage employés à Paris.* — *1 vol. gr. in-8° de 500 pages avec 211 fig. dans le texte. (Prix, relié : 20 fr.). Baudry et Cie, Rue des Saints-Pères, 15. Paris, 1895.*

L'éclairage public et privé d'une grande ville présente, parmi tous les problèmes de l'industrie moderne, un haut degré d'intérêt. La variété des procédés mis en œuvre, la multitude des questions scientifiques, économiques, sociales même, soulevées par ce problème, l'intérêt immédiat que chaque habitant, à quelque classe qu'il appartienne, doit attacher à tout progrès réalisé dans cette voie, tout cela contribue à donner un caractère attrayant à une étude au premier abord un peu aride, et justifie la nécessité de l'important travail d'ensemble que M. Henri Maréchal nous présente aujourd'hui sur l'éclairage de la Ville de Paris.

L'éclairage artificiel, sous un climat tempéré où, comme dans le nôtre, la longueur des nuits hibernales dépasse de beaucoup le temps nécessaire au sommeil, est un des besoins les plus impérieux de l'homme civilisé; et l'abondance de cet éclairage constitue, on peut le dire, le premier et le plus justifié des luxes qu'il puisse se permettre. A ce point de vue, nous ne pouvons omettre de signaler, en passant, les véritables bienfaits que la lumière électrique a dès maintenant répandus, en procurant à tous nos plus petits villages des régions montagneuses un éclairage abondant et économique. Il faut penser à cela, considérer en même temps les grandes artères de nos villes si brillamment éclairées, pénétrer aussi dans nos intérieurs où la veillée se prolonge souvent fort avant dans la nuit pour comprendre les merveilleux progrès qui ont été réalisés dans cette branche de l'industrie. Et si, à côté de ce tableau tout moderne, on essaie de se représenter l'obscurité traversée seulement par quelque mince filet de lumière tombant d'une lampe fumeuse ou d'une mauvaise chandelle dans laquelle, il y a deux cents ans seulement, vivaient nos pères, on est frappé du contraste saisissant qui existe entre ces deux époques relativement si rapprochées l'une de l'autre. C'est ce contraste qui évidemment a inspiré à l'auteur le premier chapitre de son ouvrage où il retrace à grandes lignes le très curieux historique de l'éclairage public à Paris, depuis la mémorable chandelle que Philippe V fit installer en 1318 à la porte du Châtelet, jusqu'aux derniers développements du gaz et de l'électricité.

C'est aujourd'hui entre ces deux agents que se partage l'éclairage de Paris; aussi, à part un court chapitre consacré aux « éclairages divers », ce sont eux qui forment les deux grandes divisions de l'ouvrage.

Les chapitres II, III et IV sont consacrés à la production, à la distribution et à l'utilisation du gaz.

Le principe de la fabrication du gaz est bien connu; les détails le sont moins, et la description précise qu'en donne l'auteur sera précieuse à consulter pour les spécialistes; un des points à signaler est l'emploi des fours à récupération dans la distillation de la houille; les lecteurs de la *Revue* n'ont pas oublié l'intéressant article que M. Damour a récemment consacré à ce sujet [1].

La distribution du gaz est, en théorie, très simple : une série de conduites se ramifiant à partir de l'usine amène le gaz jusqu'au lieu d'utilisation sous une pression qu'on ne s'attache pas à rendre constante et qui, en tous cas, est toujours supérieure à la pression minima de 20^{mm} prévue par le Cahier des Charges : le robinet est, chez le consommateur, le seul organe de régulation. Toute difficulté de principe étant ainsi écartée, l'auteur se consacre uniquement aux détails techniques de la distribution (pose des tuyaux, raccordements, branchements, etc.). Cette latitude laissée aux producteurs de gaz de ne pas chercher à régulariser la pression chez leurs abonnés est la véritable cause qui rend en principe la distribution du gaz beaucoup plus simple que celle de l'électricité : il est pourtant curieux de constater quelques points d'analogie entre les deux systèmes; c'est ainsi que l'auteur signale l'existence à Paris de grosses conduites, tout à fait analogues aux *feeders* des compagnies d'électricité, allant, directement et sans faire de service en route, depuis l'usine jusqu'au centre de l'agglomération qu'elles doivent desservir ; c'est ainsi également que les réseaux des divers usines à gaz communiquent tous entre eux, de sorte que l'éclairage d'un point est toujours assuré, même si une usine vient à manquer. Des chiffres, très intéressants au point de vue statistique et économique, sur le prix de revient du gaz produit et du gaz distribué, complètent ces renseignements.

Le chapitre relatif à l'utilisation du gaz est surtout intéressant par la description des procédés perfectionnés et modernes d'éclairage au gaz (becs à récupération, becs Auer, etc.). On y verra combien l'antique papillon était imparfait et utilisait mal le gaz dépensé. Il est complété par la reproduction des instructions de Dumas et Regnault pour la vérification du gaz et par des tableaux contenant la durée de l'éclairage à Paris aux diverses époques de l'année.

Deux causes contribuent à rendre les distributions électriques plus compliquées que les distributions du gaz : la première que nous avons signalée plus haut, provient de la nécessité qu'il y a à fournir le courant aux consommateurs sous une pression constante; la deuxième, des efforts qui sont faits en vue d'économiser le plus possible le cuivre immobilisé dans les canalisations. De là une variété très grande de systèmes, sinon dans les machines, au moins dans le mode d'emploi de ces machines. Tandis que toutes les usines à gaz sont semblables, ou à peu près, et mettent simplement en commun le gaz produit dans une canalisation qui couvre tout Paris, les usines électriques, elles, sont toutes très différentes, et ne desservent chacune qu'une portion de la ville, un *secteur*, partant en général de la Seine pour aboutir aux fortifications. Ces secteurs (non compris le réseau municipal des Halles) sont au nombre de cinq sur la rive droite; la rive gauche, qui constituera un seul secteur de grande étendue, est encore à peine desservie. Les chapitres VI et VII sont consacrés à la description des grandes stations centrales et des sous-stations de chacun de ces secteurs : leur forme et leur étendue ont, pour ainsi dire, imposé les systèmes de distribution adoptés, et il suffit de jeter les yeux sur un plan des secteurs électriques de Paris pour reconnaître que les deux secteurs extrêmes (s. des Champs Elysées, s. de la Cie Parisienne de l'air comprimé) doivent être alimentés à haute tension. Cette description complète et met au courant l'étude que Frank Géraldy avait consacrée à ce sujet, il y a quelques années, dans la *Lumière Electrique.* Toutes les stations centrales, quel qu'en soit le système, comportent un certain nombre d'éléments communs (chaudières, machines à vapeur, dynamos, etc.). On trouvera, au commencement du chapitre VI, un substantiel résumé de ce que la pratique a appris de plus général à ce sujet.

Les chapitres VIII et IX sont consacrés à l'étude des canalisations, le chapitre X à la distribution et à la vente de l'énergie électrique; enfin dans le chapitre XI on trouvera des détails sur les différents modes d'éclairage électrique, ainsi que sur les installations particulières, encore nombreuses, indépendantes des secteurs et produisant elles-mêmes l'énergie électrique dont elles ont besoin (gares, théâtres, grands magasins, etc.).

Le problème de l'éclairage public d'une grande ville revient en définitive à ceci : produire, en chaque point d'une chaussée supposée horizontale, un éclairement ne descendant pas au-dessous d'un minimum déter-

[1] Voir la *Revue* du 30 juin 1895.

miné. Quelle est cette limite? Jusqu'ici on n'avait guère de données à cet égard, et c'était un peu empiriquement que l'on disposait les foyers destinés à produire cet éclairement : d'ailleurs, c'était là la meilleure marche à suivre, et en pareille matière on ne peut songer à une solution *à priori* du problème. Aujourd'hui que la pratique a amené dans les grandes villes des résultats déjà très satisfaisants, il est bon d'en faire pour ainsi dire la synthèse et d'en tirer, pour l'avenir, tous les enseignements possibles. A ce point de vue, le dernier chapitre de l'ouvrage contient des renseignements fort utiles sur l'éclairement des diverses rues de Paris; il complète ainsi par des données pratiques nombreuses et récentes le chapitre correspondant de l'ouvrage aujourd'hui classique de M. A. Palaz, intitulé *Photométrie industrielle*.

Tels sont, rapidement résumés, les points techniques que l'auteur a examinés, à propos de l'éclairage de Paris. A côté de cette partie technique, une partie importante de l'ouvrage est consacrée au côté économique et juridique du sujet, et l'on y trouvera tous les règlements, cahiers des charges, modèles de soumission, etc., soit en ce qui concerne le gaz, soit en ce qui concerne l'électricité.

Il semble donc qu'on ne pouvait traiter d'une manière plus complète un sujet aussi étendu; aussi l'ouvrage de M. H. Maréchal restera un document essentiel que devra consulter quiconque s'intéresse à l'éclairage d'une grande ville.

P. Janet.

3° Sciences naturelles.

Broilliard (Ch.), *Ancien Professeur à l'Ecole Forestière.* — **Le Traitement des Bois en France.** — *Estimation, partage et usufruit des forêts.* — *Nouvelle édition, 1 vol. in-8° de 700 pages. (Prix : 7 fr. 50). Berger-Levrault et Cie, éditeurs. Paris et Nancy*, 1894.

La nouvelle édition de ce volume est, dit l'auteur dans sa préface, mieux qu'un livre nouveau, c'est un livre renouvelé et fortifié; il en reste cependant un ouvrage pratique, que liront aisément et avec grand profit, tous les propriétaires de forêts.

Ils y trouveront d'abord des renseignements très précis sur le cubage et l'estimation des bois, et les divers modes de vente. Un chapitre important est consacré à l'étude des différents régimes. M. Broilliard, grand partisan de la méthode d'observation, décrit, sans parti pris et d'après leur importance économique, tous les modes de traitement des bois, même les plus modestes, taillis simples, taillis furetés, pineraies du Midi ou de Champagne, oseraies même.

La mise en valeur par le reboisement, des terrains incultes ou abandonnés, intéresse tous les détenteurs du sol. Enfin, des deux dernières parties de l'ouvrage, l'une est consacrée à l'examen de la structure des bois, de leurs propriétés et de leurs usages; l'autre, accompagnée de nombreux tableaux, traite, d'une façon très claire, les questions délicates de l'estimation des forêts, de partage et d'usufruit.

P. Petit.

Ellenberger (Dr W.), *Professeur*, et **Baum** (Dr H.), *Prosecteur à l'Ecole vétérinaire supérieure de Dresde.* — **Anatomie descriptive et topographique du Chien.** *Traduit de l'allemand par* M. J. Deniker, *Docteur ès Sciences.* — *1 vol. gr. in 8° de 666 p. avec 208 fig. dans le texte et 37 planches lithographiées. (Prix : cartonné, 35 fr.) C. Reinwald et Cie, éditeurs. Paris*, 1895.

Jusqu'à ce jour, il n'existait aucun travail d'ensemble sur l'anatomie du chien. Or on comprend de quelle utilité peut être une pareille monographie pour le vétérinaire et l'éleveur d'une part, et, d'un autre côté, pour le zoologiste, le physiologiste et le biologiste. En effet, si le chien est un de nos animaux domestiques, — le plus aimé de tous, — il est en même temps un des sujets auxquels on a constamment recours dans les études de Physiologie et de Médecine expérimentale.

Le livre de MM. Ellenberger et Baum est le fruit de plusieurs années d'études. Des centaines de chiens ont été disséqués par eux, chaque détail anatomique a été contrôlé sur plusieurs sujets. On pouvait craindre qu'il y eût quelque difficulté à constituer une anatomie du chien-type, étant donnée la variété des races canines. Mais il n'en est rien : la différence de race n'a aucune influence notable sur les variations dans les rapports des muscles, des vaisseaux, des nerfs et des viscères.

En revanche, le système osseux présente des variations dues aux différences de races. C'est ainsi que certains chiens à pattes tordues, par exemple les bassets, offrent des déviations du type général dues surtout à la torsion des os des membres et se manifestant par des changements dans l'orientation des différentes faces des os. Mais c'est surtout dans la conformation de la tête et la disposition des dents que s'impriment les différences de races. On peut, à ce point de vue, distinguer deux grands groupes de races canines :

Les races à tête étroite et allongée, *dolichocéphales*, comprenant le dogue, le chien d'arrêt, le lévrier, le chien de cour ou d'attache, le chien de berger, le caniche, le Saint-Bernard et le Terre-Neuve. Dans toutes ces races, la largeur de la tête n'est que des deux tiers de sa longueur. Dans les races suivantes, dites *brachycéphales*, la largeur de la tête atteint les sept huitièmes de la longueur : ce sont le carlin, le boule-dogue et l'épagneul. Enfin, il y a des races intermédiaires, telles que le chien-loup, le griffon et le basset.

On consultera avec le plus grand intérêt le tableau où l'auteur indique, pour les diverses races de chiens, le rapport entre la longueur et la largeur de la tête et celui entre la longueur de la boîte crânienne et celle de la face. Ces variations des rapports du crâne et de la face entraînent des modifications de la forme de la voûte palatine, des crêtes osseuses, etc., qui sont décrites avec détails.

L'ouvrage est conçu sur le plan ordinaire des livres d'anatomie, et les différentes parties qui constituent cette science sont traitées avec un luxe de détails que l'on n'est habitué à rencontrer que dans les traités d'anatomie humaine. Le style de l'ouvrage, ainsi que la terminologie employée, sont clairs et en facilitent beaucoup la lecture. Des tableaux synoptiques très complets résument la distribution des artères et des nerfs dans les différentes parties du corps du chien.

L'ouvrage est illustré de nombreuses figures originales dans le texte et de 37 planches lithographiques, dont un grand nombre en couleurs. Ces dernières, accompagnées chacune d'une page de texte explicatif, servent à l'étude de la topographie des régions. Elles ont été obtenues par des coupes faites sur des cadavres de chiens congelés. Quelques-unes ont été faites sur des chiennes pleines et indiquent les rapports des fœtus avec les viscères. Toutes seront de la plus haute utilité tant pour les recherches de laboratoire que pour le vétérinaire qui entreprend une opération.

En résumé, on ne peut que féliciter M. J. Deniker, le savant bibliothécaire du Muséum, d'avoir mené à bien la tâche ardue de la traduction de cet ouvrage et d'avoir ainsi présenté aux lecteurs français une monographie qui répond réellement à un besoin de la science moderne.

L'ouvrage est édité avec un soin tout particulier : papier et impression ne laissent rien à désirer; les figures sont remarquablement bien tirées. Cette édition fait honneur à la maison Reinwald, qui ne s'arrête devant aucun sacrifice quand il s'agit de publications sérieuses et qui sont appelées à rendre service à la science pendant de longues périodes. Ce n'est pas là, en effet, un de ces ouvrages éphémères qui s'oublient aussitôt parus; c'est un véritable livre de fonds, indispensable à toute bibliothèque scientifique bien organisée.

Dr L. Laloy.

4° Sciences médicales.

Reclus (Dr Paul), *Chirurgien de l'Hôpital de la Pitié, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Cliniques chirurgicales de la Pitié.** — 1 *vol. grand in-8° de 589 pages avec figures dans le texte.* (*Prix : 10 francs.*) *G. Masson, éditeur. Paris*, 1894.

M. Paul Reclus aurait pu donner au troisième volume de ses Cliniques le titre de *Leçons de thérapeutique chirurgicale.* Car l'analyse des signes morbides, la discussion du diagnostic tiennent en réalité peu de place dans ce livre d'ailleurs intéressant, et écrit dans cette forme élégante, avec cette érudition sûre, qui caractérisent l'aimable chirurgien de la Pitié.

Mais, si M. Paul Reclus a sacrifié à l'esprit de la plupart de ses contemporains, en traitant la séméiologie et le diagnostic en quantités négligeables, il s'est du moins affranchi de ses tendances en jugeant que tous les sujets fournis par les hasards de l'hôpital étaient au même degré dignes d'attirer l'attention de ses auditeurs et d'être le but de ses études. Cela veut d'autant plus être remarqué à un moment où la Clinique paraît se proposer seulement pour tâche de recueillir des faits inédits ou extraordinaires, de dresser des statistiques ou d'exposer des recherches de laboratoire. Voilà pourquoi nous sommes disposé à louer sans réserve les excellents chapitres que l'auteur a consacrés au *Traitement des grands écrasements*, aux *Phlegmons du cou*, aux *Abcès de la région ano-rectale*, au *Cancer de la langue*, à la *Cure de l'Hydrocèle vaginale*, au *Varicocèle*, etc. Les élèves y trouveront les éléments nécessaires pour éclairer leur jugement, et guider leur conduite dans les cas les plus ordinaires de leur pratique.

A côté de ces sujets d'utilité courante, M. Reclus a groupé quelques observations curieuses. L'une de celles-ci est un cas de *Tératome du scrotum* observé chez un homme de trente et un ans. Malgré l'âge du malade, la tumeur, du volume d'une grosse pomme de terre, fut facilement séparée du testicule et du cordon, sans qu'il fût possible de trouver « un seul point où un pédicule quelconque ait paru exister ». Une autre variété de ces inclusions fœtales, celle-ci plus rare encore — il s'agit d'un *kyste dermoïde du raphé périnéal et du scrotum* — fait l'objet d'une autre leçon. Relevons encore l'histoire complète d'un *Cancer de la tête du pancréas*, traité par l'entérostomie biliaire et pris, même après examen direct au cours de l'intervention, pour un calcul du canal cholédoque.

D'autres cliniques sont consacrées à la discussion des sujets qui ont le plus passionné en ces derniers temps la Société de Chirurgie : valeur comparée de la laparotomie et de l'hystérectomie dans les suppurations pelviennes et traitement des perforations intestinales. Sur ces deux questions l'auteur reproduit purement et simplement les déclarations qu'il avait faites devant ses collègues et que nous connaissions déjà.

Mais deux chapitres méritent de retenir plus longtemps notre attention : l'analgésie cocaïnique et la maladie kystique de la mamelle. M. Reclus a repris, en effet, dans ce troisième volume l'apologie et la défense de la cocaïne. Il a cherché à la laver de toutes les accusations dont elle a été l'objet; il va jusqu'à contester les cas de mort inscrits au passif de la méthode, ou du moins il les explique fort naturellement. Il décrit avec soin le manuel opératoire (injection intra-dermique), et pose des règles précises relatives au titre de la solution (1 %), et aux précautions qui doivent entourer l'opéré.

Cet habile plaidoyer n'entraînera guère, je le crains, les convictions hésitantes. Le chirurgien de la Pitié paraît avoir obtenu le maximum en faisant adopter sa méthode par quelques-uns de ses collègues pour les interventions de courte durée. Mais je crois que pas un de ceux-ci ne se risquerait à faire, comme M. Reclus, une laparotomie, une taille hypogastrique ou une amputation avec le seul secours de la cocaïne! Le chloroforme, malgré des dangers que réduit, d'ailleurs, au minimum un emploi prudent, ne paraît pas être prêt à être détrôné en France par un aucun autre anesthésique.

Quant à la maladie kystique de la mamelle, nous ne faisons pas de difficulté pour reconnaître à M. Reclus l'honneur de l'avoir le premier isolée et décrite. La description d'Astley Cooper, n'est vraiment pas « superposable » à celle qu'a donnée M. Reclus dès son premier mémoire sur la question. Mais combien il a modifié la rigueur de ses principes antérieurs, en vertu desquels les mamelles kystiques étaient frappées sans pitié : les recherches de Quénu, de Rochard, de Toupet et de Delbet l'inclinent aujourd'hui à regarder comme d'origine purement inflammatoire cette affection, qu'il avait crue au début de nature épithéliale.

Quand nous aurons signalé une étude fort documentée de l'*Ainhum* — que l'auteur, gagné à des idées nouvelles, sépare maintenant nettement des amputations congénitales des orteils — et la très intéressante leçon sur les applications de l'eau chaude en Chirurgie, nous aurons donné à peu près la substance de ce livre, où l'on retrouve les habituelles qualités, solides et brillantes, du maître qu'est M. Paul Reclus.

Dr Gabriel Maurange.

Aubeau (Dr). — **Applications de la Micrographie et de la Bactériologie à la précision du Diagnostic chirurgical.** — 1 *vol. gr. in-8° de 40 pages avec 24 figures hors texte en photogravure.* (*Prix : 5 francs.*) *Société d'éditions scientifiques. Paris*, 1895.

L'idée d'appliquer la micrographie et la bactériologie au perfectionnement du diagnostic chirurgical mérite évidemment toute approbation. Mais, s'il faut féliciter M. le Dr Aubeau de l'avoir eue, on doit regretter la façon dont il a essayé de la réaliser. Toute personne tant soit peu initiée à la bactériologie, qui ouvrira son livre, demeurera stupéfaite des commentaires qui accompagnent ses photogrammes. Exemples : une préparation de globules du sang humain déformés est l'objet de cette désignation : « *Globules rouges à noyaux* (dans l'empoisonnement par le chlorate de potasse). » Or, de noyaux, nulle trace; l'auteur a sans doute pris pour de tels organites deux simples taches, bien visibles sur la photographie. La planche suivante, intitulée : « *Cristaux d'Hématoïdine dans le sang* », montre tout ce qu'on voudra, excepté des cristaux. Etc., etc.

La tentative de M. Aubeau demande à être reprise avec toutes les ressources dont disposent aujourd'hui l'anatomie pathologique et la bactériologie.

L. O.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie. *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, — paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 509e, 510e et 511e livraisons.* (*Prix de chaque livraison, 1 fr.*) *H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes, Paris*, 1895.

On trouvera dans les 509e, 510e et 511e livraisons la biographie du grand philosophe allemand *Kant* et l'exposé de ses doctrines, par M. E. Boutroux; celle du général *Kellermann*, par M. Ch. Grandjean; celle du célèbre astronome *Képler*, par M. L. Sagnet; celle des rois de Perse qui ont porté le nom de *Khosroès*, par M. E. Drouin; celle du grand empereur *Khang-Hi*, le Louis XIV de la Chine, par M. E. Chavannes. A signaler ensuite un article de M. Trouessart sur le *Kangourou*, illustré de dessins; une étude sur le massif montagneux des *Karpathes*, la description des îles *Kerguélen*, possession française de l'Océan Indien, par M. Ch. Delavaud; un article historique de M. P. Ravaisse sur les *Khalifats* arabes et les différents princes qui s'y sont succédé; enfin, une étude géographique et historique sur le *Khanat* de *Kiva*.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Janvier 1895.

M. **Hautefeuille** est élu membre de l'Académie, Section de Minéralogie, en remplacement de M. Mallard. — La **Kœnigliche Gesellschaft der Wissenschaften** de Göttingue invite l'Académie à envoyer des délégués à Innsbrück pour la recherche des rapports entre les variations de la pesanteur et la constitution de l'écorce terrestre. — M. le Ministre des Affaires étrangères adresse la traduction d'une étude de M. **Lorenzo Sundt** sur le lac Titicaca. — MM. **von Richthofen** et **Matheron**, nommés correspondants pour la Section de Minéralogie, adressent leurs remerciements. — MM. **J. Coniel**, **Meslans**, **Sappin-Trouffy**, adressent leurs remerciements pour les distinctions accordées à leurs travaux. — MM. **H. Baillon** et **Ed. Bureau** prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Botanique. — M. **J. Carpentier** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'académicien libre, laissée vacante par la mort de M. de Lesseps.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Janssen** présente à l'Académie l'*Annuaire du bureau des longitudes*. — M. **Poincaré** adresse un procédé de vérification applicable au calcul des séries de la mécanique céleste. — M. **Raoul Bricard** présente un appareil qui résout le problème de la transformation du mouvement circulaire en mouvement rectiligne au moyen de cinq tiges articulées, et indique une proposition qui permet d'obtenir un nombre infini de solutions du problème au moyen de systèmes articulés. — M. **Jules Drach** indique comment on peut étendre la méthode de Gallois à des systèmes différentiels très généraux et obtenir, à l'aide de résultats dus à M. Lie, tous les types distincts de transcendantes nécessaires pour les intégrer. — M. **E. Vessiot** montre que la détermination des équations finies d'un groupe continu fini, dont on connaît les transformations infinitésimales, se ramène à l'intégration d'une équation de Lie :

$$\frac{df}{dt} + \sum_{k=1}^{r} \theta_k(t) X_k f = 0,$$

pour laquelle on connaît les équations finies du groupe correspondant, au moins toutes les fois que le groupe considéré est transitif. Cette proposition entraîne la conséquence suivante : l'intégration de toute équation de Lie, dont le groupe correspondant est transitif, dépend uniquement de l'intégration d'équations linéaires auxiliaires. — M. **G. Koch** adresse un mémoire, écrit en allemand, sur le vol des oiseaux.

2° Sciences physiques. — M. **Vaschy** calcule quel est le flux d'énergie qui entre par chaque élément dS de la surface S, dans le volume V d'un circuit conducteur maintenu dans un champ électrique stable, c'est-à-dire parcouru par un courant permanent; ce flux est perpendiculaire aux vecteurs h et h' considérés par l'auteur et égal au quotient par 4π de l'aire du parallélogramme construit sur ces vecteurs comme côtés. — M. **Joseph de Kowalski** a réalisé plusieurs dispositifs nouveaux pour la production des rayons cathodiques; ses expériences démontrent que ces rayons jouissent des propriétés suivantes : 1° leur production n'est pas due à la décharge des électrodes métalliques à travers le gaz raréfié; 2° ils se produisent partout où la lueur nommée primaire atteint une intensité assez considérable, autrement dit, partout où la densité des lignes du courant est assez considérable; 3° la direction de leur propagation est celle des lignes du courant dans la partie où les rayons se produisent, dans le sens du pôle négatif au pôle positif. — M. **G. Foussereau** généralise la démonstration de la formule de Fresnel relative à l'entraînement des ondes lumineuses par la matière pondérable, en supposant l'ébranlement quelconque et sans admettre que la direction de propagation coïncide avec celle du mouvement d'entraînement. — M. **E. Carvallo** démontre le principe d'Huygens dans les corps isotropes, en supprimant certaines hypothèses qui le rendent applicable, dans toute sa généralité, au type d'équation auquel conduit l'étude de la dispersion et de la double réfraction. — M. **Raoul Pictet** a effectué des recherches expérimentales sur le point critique des liquides tenant en solution des corps solides. Quand le liquide s'évanouit au-dessus de la température critique, on ne constate aucun dépôt solide dans le tube de verre qui reste transparent; la variation de température critique est notablement plus élevée que celle du point d'ébulition. — M. **P.-P. Dehérain** insiste sur les avantages que présentent les cultures dérobées d'automne; elles empêchent les pertes considérables de nitrates que subissent à l'automne les terres dépouillées de leurs récoltes en supprimant l'infiltration, dans les couches profondes, des eaux qui ont traversé le sol; en outre, enfouies comme engrais vert, elles laissent réapparaître au printemps suivant, sous la forme éminemment assimilable des nitrates, l'azote qu'elles se sont assimilé l'automne précédent. L'auteur calcule que l'extension des cultures dérobées d'automne serait susceptible de doubler la somme des matières fertilisantes distribuées chaque année dans le pays. — M. **Marsden Manson** adresse, de San Francisco (Californie), un mémoire intitulé : « Les climats terrestres et solaires; leur causes et leurs variations. » — M. **J. Richard** présente un nouvel anémomètre à indications électriques multiples et orientation automatique, qui est destiné au nouvel observatoire érigé à l'île de Jersey par le R. P. Decheverens. — M. **A. Ditte**, par une analyse minutieuse de l'action de l'eau sur la dissolution de sulfure d'argent précipité, est arrivé à obtenir le sulfure cristallisé par voie humide; les petits cristaux obtenus sont gris noirs et doués de l'éclat métallique comme ceux de sulfure naturel. — M. **Vigouroux** a recherché les conditions les plus favorables à la formation du silicium amorphe en réduisant la silice par le magnésium; la décomposition se produit exactement, suivant l'équation : $SiO^2 + 2Mg = Si + 2MgO$; on ajoute seulement un quart de magnésie au mélange pour éviter une trop grande élévation de température. Le silicium obtenu se présente sous la forme d'une matière purulente, de couleur marron, parfaitement homogène. — M. **A. Villiers** a étudié l'état protomorphique des sulfures de zinc et de manganèse, c'est-à-dire l'état sous lequel ils existent au moment de leur formation, état différent de celui sous lequel nous les connaissons et dans lequel ils se transforment souvent immédiatement. — M. **Oechsner de Coninck** fait connaître les réactions sensibles des hypochlorites, hypobromites et hypoïodites alcalins, de l'hypochlorite de calcium et du perchlorure de fer en solution aqueuse très étendue sur les acides amidobenzoïques. — M. **Albert Colson** a remplacé, dans les nitriles des oxyacides α, l'hydrogène de l'oxhydrile par un radical acide, et obtenu des composés tel que l'acétate de cyanal :

$$CH^3-CH\begin{cases}O(CH^3CO)\\ CAz\end{cases}.$$

que la potasse et l'eau ne dédoublent plus immédiatement en acide cyanhydrique et qui possède au contraire beaucoup de stabilité vis-à-vis des réactifs. — MM. R. Cambier et A. Brochet proposent la formule suivante pour la constitution de l'hexaméthylènetétramine qui se forme dans l'action du gaz ammoniac sec sur le trioxyméthylène :

$$Az\begin{cases}CH^2-Az=CH^2\\ CH^2-Az=CH^2\\ CH^2-Az=CH^2\end{cases}$$

— M. Louis Henry montre que le produit obtenu par MM. Trillat et Cambier dans l'action du trioxyméthylène sur le glycol éthylénique n'est pas le dérivé méthylénique de ce glycol, comme l'admettent les auteurs, mais bien le méthylal éthylénique :

$$CH^2\begin{cases}O-CH^2\\ \quad | \\ O-CH^2\end{cases}.$$

— MM. G. Bertrand et A. Mallèvre montrent que la transformation de la pectine en pectate alcalino-terreux, sous l'influence de la pectase, n'est réalisable qu'en milieu sensiblement neutre, l'action des alcalis sur la fermentation pectique étant considérable et cette fermentation dépendant des proportions relatives de ferment, de sels de calcium et d'acides libres. La pectase existe en dissolution aussi bien dans le suc cellulaire des fruits acides que dans celui des racines de carotte ; mais l'acidité du milieu masque sa présence, et son action n'apparaît qu'après neutralisation.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. Kaufmann a étudié l'influence exercée par le système nerveux et la sécrétion pancréatique interne sur l'histolyse et fourni aussi quelques faits éclairant le mécanisme de la glycémie normale et du diabète sucré. — MM. Révil et Vivien fournissent une étude du Pléistocène de la vallée de Chambéry; à la Boisse, les auteurs ont pu relever la série suivante, de haut en bas : 4° Glaciaire formé de marnes bleuâtres; 3° graviers avec lentilles de sables; 2° marne de couleur gris cendré avec débris de végétaux; 1° sables fins fortement tassés, mais non cimentés. Toutes ces assises sont d'une horizontalité parfaite. — M. Harlé signale des restes d'hyènes rayées quaternaires de Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées). — M. Ch. Depéret a étudié les phosphorites quaternaires de la région d'Uzès. Ces formations sont tout à fait analogues aux phosphorites oligocènes du Quercy, mais elles datent seulement du début du quaternaire.

J. Martin.

Séance du 21 Janvier 1895.

M. Herrgott est élu correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie en remplacement de M. Rollet. — MM. Bertrand, Hermite, Tisserand, Berthelot, Daubrée, van Tieghem, Marey, sont chargés de présenter une liste de candidats pour la place d'associé étranger laissée vacante par le décès de M. Kummer. — MM. L. Guignard et Dangeard prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Botanique. — M. F. de Romilly prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'académicien libre laissée vacante par la mort de M. de Lesseps.

1° Sciences mathématiques. — M. L. Hugo adresse une note sur le rôle de la puissance cinquième dans le système du monde. — M. F. Tisserand s'est proposé de donner l'explication de l'irrégularité systématique, constatée par M. Chandler, que présentent les époques des minima d'éclat de l'étoile variable β de Persée (Algol). Le calcul montre que l'existence d'un seul satellite obscur, l'ellipticité de son orbite et un faible aplatissement de l'étoile principale μ suffisent pour rendre compte de l'inégalité; l'aplatissement ferait tourner le grand axe de l'orbite d'un mouvement direct et uniforme. — M. P. Tacchini donne le résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant les 2e, 3e et 4e trimestres 1894. Le phénomène des taches solaires et celui des protubérances sont en diminution par rapport aux observations précédentes. — M. H. von Koch établit trois lemmes sur la convergence des déterminants d'ordre infini et les applique à la recherche des conditions de convergence des fractions continues. — M. E. Vallier a reconnu que l'énergie balistique des projectiles en acier durci (type Holtzer) perforant des plaques en acier doux, doit être représentée par l'expression :

$$E = KR^2\varepsilon,$$

où ε représente l'épaisseur de la plaque évaluée en millimètres, K une constante spéciale à la plaque, et R la fonction suivante du diamètre a du projectile :

$$R = 3.125 \times a \times 10^{(0.0001\,\varepsilon - a)}.$$

Avec les plaques surcémentées superficiellement par le procédé Harvey, l'expression E doit être multipliée par le facteur :

$$\frac{\lambda}{\mu} = 1.885 - 0.0014E.$$

La vitesse de perforation doit répondre aux deux conditions suivantes : 1° fournir une énergie suffisant à la perforation totale de la plaque et correspondant sensiblement à l'expression :

$$\frac{\lambda}{\mu}\,KR^2\varepsilon;$$

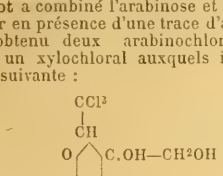
2° fournir une quantité de mouvement assez forte pour que la pointe du projectile ait traversé la couche surcémentée avant le bris de l'ogive par cette dernière. — M. Sarrat adresse une suite à son précédent mémoire concernant la démonstration du théorème de Fermat.

2° Sciences physiques. — M. E. Berrubé adresse une note sur le plano-aérostat ou ballon dirigeable. — M. Charles Henry s'est demandé si les successions d'éclats, à des intervalles rythmiques, déterminent une diminution de la sensibilité lumineuse et les successions à des intervalles non rythmiques une augmentation, en appelant rythmiques les nombres des formes :

$$2^n,\quad 2^n+1,\quad 2^m(2^n+1)(2^p+1).$$

L'auteur conclut de ses expériences qu'il est possible d'augmenter la portée lumineuse d'un signal en ordonnant les successions d'éclats suivant une loi non rythmique suffisamment complexe. — M. F.-S. de Touchimbert adresse le résultat de ses observations sur les variations diurnes de l'aiguille aimantée de déclinaison. — M. A.-F. Nogués signale le tremblement de terre chilo-argentin du 27 octobre 1894, remarquable par son intensité d'ébranlement, la longue durée de la secousse, l'amplitude des oscillations et l'absence des bruits souterrains. L'auteur, en analysant les caractères présentés par cette secousse, fait remarquer que la Cordillère des Andes n'a pas opposé une barrière infranchissable à la propagation du sisme. — MM. H. Moissan et G. Charpy ont préparé un acier contenant près de 0,6 % de bore; ils ont reconnu que le bore communique au fer la propriété de prendre la trempe, mais une trempe spéciale correspondant à une élévation de la charge de rupture sans augmentation sensible de la dureté. — M. A. Villiers continue l'étude des transformations spontanées des sulfures par l'examen de l'influence de la température sur la transformation du sulfure de zinc amorphe. Il existe une température de transformation au-dessus de laquelle la modification se produit instantanément; cette température est variable suivant les conditions de formation du sulfure. — M. Délépine montre que la méthode de Kjeldahl est insuffisante

pour doser l'azote dans les chloroplatinates, et que les erreurs peuvent atteindre les 2/3 de la teneur en azote. — M. **Hanriot** a combiné l'arabinose et le xylose avec le chloral pur en présence d'une trace d'acide chlorhydrique et obtenu deux arabinochlorals isomères $C^7H^3Cl^3O^5$ et un xylochloral auxquels il attribue la constitution suivante :



M. M. **Delacre** a fait la synthèse de l'anthracène en faisant agir le trichloracétate de benzyle sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium; il se forme un composé éthéré décomposable par la chaleur en anhydride et anthracène. 20 gr. d'éther benzylique donnent 9 grammes d'anthracène pur. — MM. **Ph.-A. Guye** et **J. Fayollat** ont étudié le pouvoir rotatoire des éthers tartriques, dérivant du tartrate d'éthyle ou du tartrate d'isobutyle par introduction d'un seul radical acide dans un des oxhydriles alcooliques. Les auteurs concluent : 1° les éthers sont caractérisés par des pouvoirs rotatoires positifs, algébriquement inférieurs à celui du tartrate non substitué; 2° ces pouvoirs rotatoires passent par un minimum algébrique atteint dans la série isobutylique. — M. **Duponchel** adresse trois mémoires portant pour titres : 1° Application des principes de la nouvelle théorie atomique aux faits d'observation de la thermochimie; 2° Sur l'interprétation à donner à la loi de Gay-Lussac concernant la condensation des atomes gazeux; et 3° Note sur l'interprétation des formules des combinaisons biatomiques, dans l'hypothèse de la nouvelle théorie cosmogonique.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Ranvier** expose la morphologie du système lymphatique et traite de l'origine des lymphatiques dans la peau de la grenouille. — M. **Gruvel** a rencontré un acarien parasite du *Lampyris splendidula* qui se place entre les Gamasidés et les Pteroptinés. Il propose de lui donner le nom de *Stylogamasus Lampyridés*. — M. **B. Renaut** a observé quelques bactéries du Dinantien (Culm). Ce bacille, le plus ancien décrit, rappelle celui de de Bary, *Bacillus megatherium*, mais d'une taille plus grande, d'un plus grand nombre d'articles et de spores sphériques. Le nouveau bacille, désigné sous le nom de *Bacillus vorax*, provoque la destruction des tissus de diverses manières. — M. **Chauveaud** a étudié le développement des tubes criblés chez les Angiospermes. Dans la vigne, les premiers tubes ont présenté un développement direct, et, d'ailleurs, dans le même faisceau (blé), on peut rencontrer les deux modes de développement, direct et indirect; de plus, la présence de cellules compagnes ne caractérise pas absolument les tubes criblés des Angiospermes. — M. **Daille** adresse de nouvelles notes concernant l'*Uredo viticola*.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 22 Janvier 1895

M. **Le Roy de Méricourt** présente un rapport sur un mémoire du Dr **Mougeot**, relatif à l'influence des courbes météorologiques sur les épidémies de choléra en Cochinchine et leur gravité. — M. **Péan** a pratiqué, avec le concours du Dr **Fauvel**, chez un malade atteint d'un carcinome du larynx et du pharynx, l'ablation totale du larynx, de la portion supérieure de l'œsophage et de la moitié inférieure du pharynx, puis la restauration de ces organes avec un appareil prothétique construit, sur ses indications, par le Dr **Michaels**. Grâce aux nouvelles méthodes imaginées par MM. Péan et Fauvel, ces sortes d'opérations sont devenues moins meurtrières qu'autrefois, et, en outre, ce qu'aucun chirurgien n'avait encore prévu, la restauration, par les appareils prothétiques, des parties enlevées, permet l'émission des sons vocaux, la respiration par les fosses nasales et le passage des liquides de la bouche dans l'estomac. — Une discussion s'engage au sujet de la récente communication de M. Pinard sur la valeur comparative des différents procédés employés dans le but de ranimer les enfants nés en état de mort apparente. M. **Laborde**, analysant les faits invoqués par M. Pinard, regrette qu'ils soient, en même temps, si peu nombreux et si incomplets. Il conclut que, dans un grand nombre de cas qu'il a réunis, les *tractions rythmées de la langue*, bien appliquées, ont ranimé des nouveau-nés en état de mort apparente quand tous les autres procédés, y compris l'*insufflation*, avaient échoué. — M. **Guéniot** croit que l'insufflation représente un procédé beaucoup plus puissant que les tractions linguales pour réveiller le réflexe assoupi de la respiration, car il stimule l'appareil aérien tout entier. — M. le Dr **Poncet** (de Lyon) lit un mémoire sur l'actinomycose humaine à Lyon.

Séance du 29 Janvier 1895

M. Babes a présenté récemment une réclamation de priorité au sujet de la première constatation de la transmission des propriétés immunisantes par le sang des animaux immunisés. MM. **Richet** et **Héricourt** font observer que, dès 1888, ils ont vacciné des lapins avec du sérum sanguin de chiens qui avaient été préalablement inoculés et que, par conséquent, la réclamation de M. Babes n'est pas fondée. — M. **P. Berger** présente un rapport sur une observation communiquée par le Dr **C. Monod** et relative à un anévrisme de la sous-clavière (3e portion), guéri par la ligature simultanée de la sous-clavière, immédiatement au-dessus de la clavicule et de la carotide primaire. C'est un nouveau succès à ajouter au revirement d'opinion qui s'est opéré, dans ces derniers temps, en faveur de la méthode de Brasdor dans le traitement des anévrismes des gros troncs artériels siégeant à la base du cou. — M. **H. de Brun** (de Beyrouth) fait une communication sur le pneumo-paludisme du sommet, sur les symptômes, la marche, le diagnostic et le traitement de cette maladie. — M. le Dr **Pozzi** lit un mémoire sur un cas d'épispadias traité par la méthode de Thiersch.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 19 Janvier 1895.

M. **Guépin**, se basant sur de nombreux faits cliniques, conclut que l'hypersécrétion prostatique avec spasme de l'urèthre est accompagnée de stagnation ou rétention des produits sécrétés dans les glandes et qu'il faut tout d'abord chercher et combattre le spasme uréthral. — M. **Gley** a cherché les plus petites doses d'ouabaïne capables d'arrêter le cœur : elles n'atteignent pas un centième de milligramme. — M. **Lapicque** a dosé le fer dans le foie et la rate d'un fœtus à terme, mort accidentellement. La quantité était faible et s'écartait des chiffres observés chez les jeunes animaux. — M. **Marinesco** présente une observation de polyurie essentielle chez deux frères. — M. **Colombo** a constaté, dans des recherches faites sur des chiens, que le massage, appliqué localement sur la région correspondant au siège de diverses glandes, active la fonction des épithéliums sécréteurs et augmente la quantité totale des sécrétions. — M. **Legrain** a constaté que des injections sous-cutanées de sérum des convalescents du typhus, pratiquées sur des malades atteints de cette affection, paraissent devoir apporter une amélioration notable dans les cas graves. — M. **Lion** rapporte une observation de transformation de la lymphadénie en tumeurs disséminées dans les organes.

Séance du 26 Janvier 1895.

MM. **Wurtz** et **Hudelot** ont trouvé que, pendant la vie, sous des influences diverses, mais déterminant

toutes de la congestion intestinale (intoxication alcoolique aiguë), les microbes de l'intestin pénètrent dans le péritoine et dans le sang de la veine porte. — MM. **Hanot** et **Meunier** ont observé que la cirrhose hypertrophique avec ictère chronique s'accompagne d'une leucocytose, laquelle constitue un nouvel argument en faveur de sa nature infectieuse et un nouveau caractère qui la différencie des cirrhoses alcooliques. — M. **Ausset** (de Limoges) donne des indications sur la technique d'un examen bactériologique rapide des eaux. — Claude Bernard a montré que la section de la moelle provoque une diminution de la quantité de glycogène contenue dans le foie. M. **Kaufmann** a trouvé que le glycogène ainsi disparu se retrouvait presque complètement dans les muscles du train postérieur. — M. **Trouessart** présente ses recherches sur la reproduction des chauves-souris et sur l'état des organes génitaux pendant l'hivernage. — M. **Lapicque**, ayant cherché à doser le fer dans l'urine, n'en a jamais trouvé que des traces impondérables.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Janvier 1895.

Dans la dernière séance, M. Pellat rappelait que la formule de Fresnel, relative à l'entraînement de l'éther, n'a pas encore été démontrée dans le cas où la direction du déplacement de la matière ne coïncide plus avec la direction de propagation de la lumière. Dans le cas où ces deux directions sont les mêmes, une première démonstration a été donnée par M. Potier; mais elle n'est pas générale. Depuis [1], M. **Foussereau** en a publié une nouvelle, applicable à un ébranlement quelconque, et tout à fait générale. M. Foussereau montre que sa démonstration s'étend au cas où la direction de propagation ne coïncide plus avec celle du mouvement d'entraînement, et il précise les conditions nouvelles de la propagation. L'ébranlement primitif se propage comme s'il avait pour origine un point d'un milieu fictif animé par rapport à l'éther libre d'un mouvement de translation uniforme de vitesse déterminée et dirigée dans le même sens que la matière. Une onde plane se déplace en restant parallèle à elle-même, mais la direction des rayons lumineux dans l'éther libre n'est pas normale au plan de l'onde. La vitesse de propagation de la lumière par rapport à l'éther libre s'obtient en composant géométriquement la vitesse de propagation de la lumière dans le cas du repos avec la vitesse du milieu fictif. Puis la vitesse relative, par rapport au milieu en mouvement, par suite par rapport à l'observateur, est la résultante géométrique de la vitesse dans le cas du repos et d'une vitesse dirigée en sens contraire du mouvement de translation. Lorsqu'on a déterminé ainsi les conditions de la propagation, il est aisé d'en déduire les conséquences relatives à la réflexion et à la réfraction. — M. **Curie** expose les recherches de M. de **Kowalski** sur la production des rayons cathodiques. L'auteur a cherché à préciser la manière et les conditions dans lesquelles ces rayons se produisent. Beaucoup de physiciens en sont arrivés à penser qu'il s'agit là de radiations analogues à celles de la lumière. Ainsi, on admet généralement que les rayons cathodiques se produisent nécessairement à la cathode elle-même et qu'ils se propagent ensuite en ligne droite. M. Goldstein a montré qu'il n'en est pas nécessairement ainsi. Il prend un tube de Geissler séparé en deux par une paroi en forme d'entonnoir, la cathode étant du côté de la partie évasée de l'entonnoir; il voit, en outre de ceux de la cathode, des rayons cathodiques s'épanouir à la sortie de l'entonnoir. Ces rayons ne se produiraient donc pas nécessairement à l'électrode elle-même. M. de Kowalski a cherché à élucider cette question. Il emploie un ensemble formé de deux tubes larges reliés par un tube capillaire. L'appareil a la forme d'un H. Avec un vide convenable, on voit des rayons cathodiques dans tout l'intérieur et aussi dans le tube capillaire, ce qui est en contradiction avec la propagation rectiligne. L'auteur pense que les rayons cathodiques prennent naissance partout où apparaît la lueur, qu'il appelle *primaire*, produite par le courant lui-même. Il pense donc qu'il faut une certaine densité du courant; mais la présence d'électrodes métalliques n'est pas nécessaire. En effet, il a pu faire naître encore ces rayons dans un tube sans électrodes. Ce tube, large aux deux bouts, présente au milieu une partie resserrée. Parallèlement au tube et à peu de distance est disposé un excitateur dans lequel on fait passer des courants de Tesla. En définitive, ces rayons se produisent partout où le courant a une densité suffisante. Ils sont dirigés tangentiellement au flux de courant, mais en sens contraire, dans le sens du pôle négatif au positif; et il n'y a émission de rayons cathodiques que dans cette direction contraire. Le fait est très visible quand on intervertit les pôles. M. Curie présente l'expérience relative au tube en H. Il a fait construire un tube semblable à celui de M. de Kowalski, et a fait ménager, de plus, deux renflements dans la région des gros tubes qui se trouve en regard du tube transversal. Le faisceau des rayons est dirigé normalement aux gros tubes, et détermine sur la paroi en regard une vive fluorescence. De plus, il montre avec quelle facilité les rayons sont déviés par l'aimant, et réalise des déviations qui atteignent 90°. — Personnellement, M. **Curie** a cherché si ses rayons ne sont pas effectivement des rayons lumineux de petite longueur d'onde. Pour cela, il a cherché si la lumière ultra-violette n'est pas déviée par un aimant. Bien qu'il ait opéré avec un aimant très puissant, et qu'il se soit adressé successivement aux ondes planes et aux faisceaux convergents et qu'il ait fait porter ses recherches sur différents milieux, l'air, le sulfure de carbone chargé de soufre, etc..., le résultat a toujours été négatif. Bien qu'un résultat négatif puisse toujours être attribué à un défaut de sensibilité, cependant d'autres considérations font qu'il n'est guère possible d'assimiler ces rayons à des rayons lumineux. Par exemple, on ne comprendrait pas que ces rayons ne présentent pas de double réfraction. — M. **Guillaume** signale à ce propos que M. J.-J. Thomson a mesuré leur vitesse. Il a trouvé 200 kil. par seconde, ce qui serait incompatible avec une vitesse de radiations. Mais cette mesure prête à des critiques sérieuses, car la durée d'où on déduit la vitesse est d'un demi-millionième de seconde. E. HAUDIÉ.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 14 Décembre 1894.

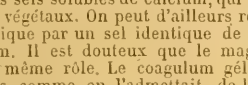
M. **Combes** a appliqué à la détermination du poids moléculaire du glucinium, le procédé qui lui a déjà permis de confirmer la trivalence de l'aluminium. Il a préparé l'acétylacétonate de glucinium en traitant une solution aqueuse d'acétylacétone par l'acétate de glucinium. Le corps obtenu fond à 108°, bout très bien, sans trace de décomposition, à 270°. Très soluble dans l'alcool, il cristallise dans le système orthorhombique. La densité de vapeur conduit à lui attribuer la formule $(C^5H^7O^2)^2Gl$. L'auteur, en effet, a trouvé comme résultats expérimentaux 7,26 et 7,12. Le chiffre théorique est 7,16. La formule à appliquer si le glucinium était trivalent conduirait à la densité 10,75. Donc le poids atomique du glucinium est 9, la glucine doit être formulée GlO, et le glucinium est bien à sa place dans la classification de Mendeléeff. — M. **Wyrouboff**, en présence des résultats obtenus avec les silicotungstates, conclut qu'il y a lieu de voir si l'on doit, pour la détermination de la valence, faire passer au premier rang les propriétés et les réactions chimiques, ou les propriétés physiques dont la valeur est déduite de l'hypothèse d'Avogadro. — M. **Thomas Mamert** a préparé le dérivé aminé de l'éther acétylacétique et l'aminoisocrotonate d'éthyle, ce dernier à l'aide de l'acide chlori-

[1] *Journal de Physique*, 3e série, t. I, p. 144.

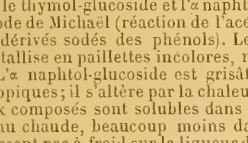
socrotonique fondant à 59°. Ces deux corps sont identiques. Il en conclut que l'acide isocrotonique répond bien à la formule de M. Wislicenus et non à celle de M. Fittig. — MM. **Bertrand** et **Mallèvre** ont reconnu que la pectase seule ne peut coaguler la pectine, et qu'elle ne provoque cette transformation qu'en présence des sels solubles de calcium, qui l'accompagnent dans les végétaux. On peut d'ailleurs remplacer le dérivé calcique par un sel identique de baryum ou de strontium. Il est douteux que le magnésium puisse jouer le même rôle. Le coagulum gélatineux obtenu n'est pas, comme on l'admettait, de l'acide pectique, mais un pectate alcalino-terreux. — M. **René Drouin** a obtenu le thymol-glucoside et l'α naphtol-glucoside par la méthode de Michaël (réaction de l'acétochlorhydrose sur les dérivés sodés des phénols). Le thymol-glucoside cristallise en paillettes incolores, nacrées, fondant à 100°. L'α naphtol-glucoside est grisâtre, en aiguilles microscopiques; il s'altère par la chaleur et fond à 147°. Ces deux composés sont solubles dans l'alcool froid et dans l'eau chaude, beaucoup moins dans l'eau froide. Ils n'agissent pas à froid sur la liqueur de Fehling; traités par l'acide chlorhydrique étendu ou par l'émulsine, ils dégagent une odeur très nette de thymol ou de naphtol et les liqueurs deviennent réductrices. — M. Friedel présente une note de M. **Barthe** sur le dosage volumétrique du zinc.

Séance du 28 Décembre 1894.

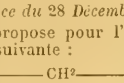
M. **Delépine** propose pour l'hexaméthylène-tétramine la formule suivante :



Il a, en effet, cryoscopé ce corps et obtenu des résultats qui lui permettent de lui attribuer le poids moléculaire 140. Les faibles différences constatées sont dues à une décomposition partielle. On comprend très bien la décomposition du dérivé nitrosé de Griess d'après la réaction :



Il se forme de l'hexaméthylène-tétramine avec mise en liberté d'azote et d'aldéhyde formique. L'hydrogénation, contradictoirement aux faits annoncés, donne de la triméthylamine et de l'ammoniaque. La formule de M. Delépine permet de se rendre parfaitement compte du mécanisme de cette réaction. — M. **Cambier** en son nom et au nom de M. **Brochet**, attribue à l'hexaméthylène-tétramine la formule suivante :



D'après les auteurs, cette formule répond aux principaux dérivés de ce corps. Cette base se transforme en mono-, di- et triméthylamine et cette réaction, contrairement aux affirmations de MM. Delépine et Trillat, aurait lieu par simple dédoublement avec départ d'acide carbonique et non par l'hydrogénation. — M. **Villiers** expose nos connaissances sur l'état naissant et discute les conditions calorifiques des réactions. C'est sous cet état que les éléments doivent exister dans les corps composés. Il est d'ailleurs possible, dans certains cas, de constater la persistance de cet état et d'isoler des produits, relativement instables, il est vrai, que l'on peut considérer comme ayant conservé une certaine quantité d'énergie correspondant à leur transformation. M. Villiers se réserve de revenir sur ces faits et d'apporter des résultats expérimentaux. — M. Haller présente une communication de M. **Arth** sur les gaz des hauts fournaux. Les eaux de lavage de ces gaz donnent un résidu salin renfermant °/₀ :

Iode	1.43
Chlore	45.94
Potassium	13.12
Calcium	4.62

On pourrait récupérer 100 kilogrammes de ces sels par 100 tonnes de fonte produite, soit 1k,869 d'iodure et 24k,22 de chlorure de potassium. — M. Haller présente aussi une note de M. **Guntz** sur les fluorures acides de potassium et d'argent. Enfin, il communique en son nom les résultats de l'oxydation du benzylidène-camphre. On obtient ainsi de l'acide camphorique. — M. **Ferrand** a obtenu par la méthode de M. Friedel trois sulfophosphures : les thiohypophosphates de zinc $Ph^2S^6Zn^2$, jaune, hexagonal; de cadmium : $Ph^2S^6Cd^2$, jaune orangé, en lamelles biaxes, et de nickel, $Ni^2S^6Ph^2$, noir, hexagonal. On obtient ce dernier en chauffant, non du nickel, mais du sulfure de nickel, du soufre et du phosphore. — M. **Brochet** a obtenu, par l'action du chlore sur l'alcool isopropylique, l'acétone tétrachlorée dissymétrique $CH^2Cl — CO — CCl^3$. Ce produit, traité par les alcalis, donne du chloroforme et un mélange de mono et de trichloracétone. Cette réaction en établit la constitution. Avec l'alcool octylique secondaire on obtient une pentachloracétone octylique, probablement de formule : $C^3H^{11}.CCl^2—CO—CCl^3$.

Séance du 11 Janvier 1895.

M. **Maquenne**, collaborateur de la *Revue*, est nommé président pour 1895; MM. **Béchamp** et **Sulliot**, vice-présidents pour deux ans. E. Charon.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

MM. **Wyndham**, **R. Dunston** F. R. S. et **Henry Garnett** : Sur les principes constituants du *Piper ovatum*. Cette plante médicinale de l'Inde, dont les principaux effets sont de procurer une excessive salivation et une anesthésie locale temporaire, est constituée par une résine renfermant une substance appelée par les auteurs *piperovatine*, de formule : $C^{16}H^{21}Az^2O^2$. Les mêmes auteurs en examinant la pariétaire officinale (*anacyclus pyrethrum*) ont trouvé une substance active analogue. Ils l'ont appelée *pellitorine*. Ces deux corps semblent être des dérivés de la pyridine; mais ni l'un ni l'autre ne possèdent de propriétés basiques. — MM. **C. T. Heycoch** et **F. H. Neville**. Les expériences précédentes des auteurs qui avaient porté sur les points de solidification des alliages où le sodium, l'étain, le bismuth, le cadmium, le thallium, servaient de dissolvants aux métaux, ont été complétées et faites à des températures supérieures à celles indiquées par les thermomètres à mercure; cela en se servant de pyromètres en platine. Voici les résultats obtenus :

CORPS	POINTS DE SOLIDIFICATION
Zinc	419°
Antimoine	624
Magnésium	633
Aluminium	653
Argent	957
Cuivre	1081
Carbonate de sodium	848
Sulfate de sodium	883
Sulfate de potassium	1066

M. **Walter H. Ince** discute les procédés de préparation de l'acide adipique et décrit l'acide monobromadipique qui a pour formule :

$$\begin{array}{l} CH^2—CHBr—COOH \\ | \\ CH^2—CH^2—COOH \end{array}$$

obtenu en chauffant 2 moléc. de brome et 1 moléc. d'acide adipique en tube scellé à 160°. Chauffé avec la potasse

il donne l'acide hydroxyadipique : $C^4H^7OH(COOH)^2$. — M. H. Veley F. R. S. : Action de l'acide chlorhydrique sur les oxydes de calcium, baryum et magnésium. — M. Holland Crompton établit que la chaleur latente de fusion pour l'unité de poids d'un métal, multipliée par le poids atomique de l'élément et divisée par la température absolue de fusion, donne comme résultante une valeur proportionnelle à la valence du métal. Dans le cas de corps composés, la chaleur latente de fusion moléculaire divisée par la température absolue de fusion est également proportionnelle à la somme des valences des atomes composant la molécule. Dans ce cas toutefois on doit tenir compte du mode de liaison des atomes dans la molécule. — MM. G. G. Henderson et A. R. Ewing ont pu préparer, en dissolvant l'acide arsénieux dans des solutions chaudes de tartrates acides alcalins, les sels suivants : les tartrarsénites de sodium : $C^4H^4O^6AsONa+\frac{1}{2}H^2O$; d'ammonium, de potassium, de baryum : $(C^4H^4O^6AsO)^2Ba+H^2O$, de strontium et de calcium. Ces sels dérivent probablement de l'acide tartrarsénieux : $C^4H^4O^5AsOH$ non isolé qui doit être un dérivé de l'acide arsénieux de formule :

$$As\begin{cases} C^4H^4O^6 \\ OH \end{cases}$$

ou un dérivé éthéré de l'acide tartrique qui aurait pour formule : COO—CHO(AsO)CHOH—COOH. — MM. Pattison Muir et Edwin M. Eagles : Note sur les réactions de l'hydrogène sulfuré et des composés halogènes du bismuth : le chlorure de bismuth et l'hydrogène sulfuré produisent un thiochlorure de bismuth : BiSCl; le bromure de bismuth réagit de même, mais non l'iodure. Ces composés (BiSCl et BiSBr) peuvent aussi être obtenus en faisant passer un courant de chlore ou de brome sur du sulfure de bismuth. Le thioiodure est obtenu par l'action à haute température du sulfure de bismuth sur l'iodure de bismuth.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 17 Décembre 1894.

M. Patrick Murray annonce la mort de M. Donald Beilth. — M. H.B. Guppy rend compte de ses recherches sur la germination des plantes dans les étangs et les rivières. Il discute et établit les effets exercés par l'action de la température et de la lumière. — M. J. C. Beattie : Note sur l'annulation des effets de Hall dans certains échantillons de bismuth. — M. G Romanès : Note sur les avantages de la représentation graphique.

Séance du 7 Janvier 1895.

M. W. Peddie fait une communication sur un cas d'extinctions du bleu et jaune et sur ses rapports avec les théories de la lumière dichromatique. Il fait d'abord l'historique de la théorie de Young et Helmholtz. — 1. Young, dans sa théorie sur l'extinction des couleurs, admet l'hypothèse du manque de sensation, cette hypothèse lui semblant plus simple que toute autre. Mais il a soin de dire que l'on devra rejeter cette théorie si plus tard on la trouve en désaccord avec les faits expérimentaux. — 2. Helmholtz ajoute ses vues à cette hypothèse en étudiant la nature du mécanisme et, en adoptant *implicitement* les réserves de Young, il établit que, dans le cas où ses idées seraient fausses, elles ne peuvent en rien affecter la théorie de Young. — 3. Se basant sur les faits antérieurs, E. Rose montra le premier la justesse des observations de Helmholtz qui indiquait aussi la voie dans laquelle on pouvait modifier les données théoriques. — 4. Plus tard, les élèves de Helmholtz, König et Dieterici, reprenant ces études, prouvèrent qu'il était absolument nécessaire d'abandonner l'idée du manque d'une sensation fondamentale. — 5. König trouva pour différentes parties du spectre l'erreur moyenne de longueur d'onde qui peut être faite par l'addition de lumière en quantités égales et provenant de parties voisines du spectre. — 6. Helmholtz donna l'expression des termes de ce principe fondamental en raison duquel la sensation totale varie avec la longueur d'onde. Il établit alors trois équations exprimant les trois sensations fondamentales avec les termes choisis (arbitrairement jusque-là) par König et Dieterici. Les derniers termes étaient connus par les expériences de ces deux savants ; et il restait à trouver les coefficients inconnus qui serviraient à établir les principes fondamentaux de la longueur d'onde. Une hypothèse alors facile à établir est celle-ci : l'erreur moyenne de la longueur d'onde qui peut être faite en ajoutant deux bandes très étroites provenant chacune de deux spectres semblables, correspondent, pour une égalité apparente, à une différence constante dans la sensation totale. Helmholtz fit cette hypothèse dans le but de déterminer les coefficients inconnus en se servant des observations de König sur l'erreur moyenne. La première justification de cette hypothèse, fut la démonstration de la concordance marquée entre les erreurs moyennes trouvées par König et les erreurs moyennes calculées d'après l'hypothèse sur la différence constante de sensation. Ainsi donc les nouveaux principes fondamentaux, donnés d'abord par Helmholtz comme provisoires, peuvent être regardés comme vérifiés par l'expérience et sans l'aide d'autre hypothèse que l'hypothèse première des trois sensations fondamentales. Toute cette étude est un bel exemple de circonspection dans le développement scientifique d'une théorie. — Dans le violet ou le jaune bleu, à l'extinction, ces deux couleurs du spectre sont rouges et bleu gris, et le spectre est diminué vers la zone bleue qui présente une limite bien tranchée voisine de la ligne G. Une telle extinction est rare. Le cas cité ici présente cette particularité de ne pas présenter de diminution du spectre dans une autre ligne. Les raies s'étendent entre la ligne α vers la limite rouge et la ligne H vers la limite du violet. Le point neutre est près de la ligne D sur la partie la plus réfrangible. Le maximum d'intensité de la couleur rouge se trouve en un point près de C sur la partie la moins réfrangible, et le maximum d'intensité de la couleur verte est situé sur un point à peu près également distant de B et de F, mais plutôt plus près de F. Ce phénomène ne paraît pas facilement explicable si l'on se sert de la théorie de Hering, tandis qu'on peut s'en rendre bien compte en lui appliquant la théorie de Young et Helmholtz. — Dr Noël Paton : Maladie résultant de l'usage du corps thyroïde comme nourriture. — Dr Richard Berry fait une communication sur l'anatomie de l'appendice vermiforme et du cæcum. — M. le Pr Tait rend compte de ses études sur l'état final résultant du choc des molécules.

W. Peddie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

L'Académie a récemment reçu :

1° Sciences physiques. — M. P. Czermak, de Graz : Répartition de la température dans un fil fin parcouru par un courant constant. — MM. Boltzmann et G. H. Bryan donnent la description d'un phénomène mécanique présentant l'analogie la plus complète avec l'équilibre de température qui se produit entre deux corps en contact. — M. Th. Fuchs : Sur la nature et la production de la stylolithe. — M. Skraup : Affinité de quelques bases en solution-alcoolique. — M. Ratz : Sur la cinchotenine. — M Heinrich Gintl a constaté que l'éthylglycolate de calcium se comporte à la distillation sèche comme l'acétate et fournit l'éther diéthylique de la diacétone $C^2H^3O-CH^2-CO-CH^2-C^2H^3O$. — M. Berthold Jeiteles a pu obtenir un nitrile et un acide carboxylique en partant de l'isoquinoline.

2° Sciences naturelles. — M. Auton Fritsch présente son ouvrage sur la *Faune des charbons et des calcaires de la Bohême*. — M. Julius Pohl : Sur l'étendue et la nature des transformations subies par l'*Œnothera Lamarckiana*. — M. Carl Attems : Les Myriapodes.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

6e ANNÉE N° 4 28 FÉVRIER 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'ÉTAT ACTUEL DE LA VINIFICATION

EN ALGÉRIE ET EN TUNISIE

Le remarquable essor pris en ces dernières années par la viticulture en Algérie et en Tunisie constitue un phénomène économique d'une grande importance. Du 1er janvier 1879 au 31 décembre 1894, l'étendue du vignoble algérien a passé de 20.000 hectares à 114.887, soit une augmentation d'environ 95.000 hectares en seize ans[1].

Cette énorme extension coïncide avec la destruction d'une partie du vignoble français par le phylloxera.

Pendant cette période, les capitaux et les colons, attirés par les bénéfices réalisés par les premiers viticulteurs, ont afflué dans la colonie. La culture de la vigne a donc donné une impulsion énorme à la colonisation en la faisant sortir du marasme dans lequel elle végétait. Le débouché du vin à un prix très rémunérateur était assuré et les colons pouvaient gagner beaucoup d'argent.

Aujourd'hui, les conditions économiques se sont modifiées : les vignes de la Métropole sont en grande partie reconstituées, et la production tend à remonter vers le chiffre qu'elle atteignait avant l'invasion phylloxérique. Il en est résulté une baisse de prix considérable pour les vins.

La crise viticole qui a sévi l'année dernière, aussi bien en France qu'en Algérie, par suite de l'abondance de la récolte du vin et du cidre et de la mévente qui en est résultée, est venue montrer le danger de la situation.

Il ne faut cependant pas trop s'alarmer, parce que le rôle du vignoble algérien, réduit à celui d'appoint du vignoble de France, est encore assez important pour que l'écoulement de ses produits soit assuré. Nous pouvons facilement soutenir la concurrence, parce que nous sommes placés dans de bien meilleures conditions que beaucoup de vignobles de France, où les gelées précoces, la pluie, la grêle, détruisent souvent une partie de la récolte et où l'on est encore souvent obligé de vendanger les raisins imparfaitement mûrs par suite du manque de chaleur. Les vignobles voisins de la limite septentrionale de la culture de la vigne disparaîtront au profit des pays mieux favorisés par le climat.

D'autre part, nous pouvons produire les vins alcooliques, corsés et riches en couleur que le commerce va actuellement chercher en Espagne, en Italie, en Hongrie ou ailleurs.

Enfin, il faut avouer que l'Algérie et la Tunisie ont jusqu'à cette heure produit beaucoup de mauvais vins ; que le commerce a pris l'habitude de vendre les bons vins d'Algérie avec l'étiquette de vins de Bordeaux et de Bourgogne, réservant la dénomination de vins d'Algérie aux produits inférieurs de toutes les provenances. Ces diverses causes ont contribué à déprécier nos vins et à en avilir les cours.

[1] La superficie du vignoble tunisien est seulement de 7.788 hectares.

La première de ces causes n'existe plus : nous sommes en mesure, comme nous le verrons plus loin, de produire régulièrement des vins parfaitement réussis ; quant à la seconde, elle disparaîtra par voie de conséquence.

En résumé, nous constatons, d'une part, un encombrement progressif du marché par les vins des vignobles reconstitués ; d'autre part, une amélioration sérieuse dans la qualité des vins algériens et tunisiens.

Cette tendance marquée à obtenir des vins de bonne qualité répond donc bien aux conditions économiques. C'est en produisant des vins solides et bien constitués que les colons pourront soutenir avantageusement la lutte, et non seulement conserver la place acquise, mais encore se créer de nouveaux débouchés.

Dans les conditions économiques actuelles, la culture des céréales ne peut être rémunératrice qu'à la condition de bien cultiver le sol et d'employer les engrais. La production du bétail exige la culture de plantes fourragères variées.

Sans doute, il serait désirable de voir la production des céréales et celle de la viande prendre une place plus importante dans l'agriculture de la colonie ; mais on peut se demander si les bénéfices que peuvent procurer ces deux spéculations sont bien en rapport avec l'effort à faire.

Il ne faut pas oublier que, si les colons sont arrivés à faire de la vigne la culture principale, — on a dit improprement « monoculture » puisque, concurremment avec la vigne, on a toujours fait des céréales, du bétail et des cultures arbustives dans une proportion plus ou moins grande, — c'est qu'ils y trouvaient leur avantage.

Eh bien, malgré la baisse des prix du vin, c'est encore la vigne qui donne les bénéfices les plus élevés, et tout fait prévoir qu'il en sera encore ainsi pendant longtemps, si les colons continuent avec constance et ténacité à poursuivre l'amélioration de la qualité de leurs produits, dont la quantité s'élève aujourd'hui à environ 4 millions d'hectolitres. — Ces préliminaires étant posés, nous allons aborder la vinification en Algérie et en Tunisie.

I

La vigne se trouve en Algérie et en Tunisie (carte de la page 144) dans les conditions les plus favorables : la végétation est exubérante, les raisins superbes, et, quant aux rendements, ils sont très satisfaisants.

Grâce à la quantité de chaleur et de lumière dont le soleil nous gratifie, à la rareté des pluies, les raisins peuvent toujours acquérir une maturité parfaite. Le siroco seul vient parfois dessécher partiellement les raisins, et diminuer la récolte.

Nous sommes donc dans d'excellentes conditions comme producteurs de raisin et on peut se demander comment, avec de tels éléments, les vins d'Algérie et de Tunisie sont souvent défectueux.

C'est que l'abondance de chaleur, qui est l'élément essentiel d'une bonne maturité, est aussi un obstacle pour la vinification.

La fermentation est d'abord très active, puis se ralentit et demeure inachevée par suite d'une température trop élevée ; le vin reste douceâtre, puis devient acide et se perd. Mais nous verrons dans la suite de ce travail que rien n'est plus facile que de vaincre la difficulté inhérente à la température et de produire régulièrement de bons vins.

La vinification en Algérie et en Tunisie est surtout caractérisée par l'élévation de la température qui se produit dans les cuves ou foudres pendant la fermentation. Nous étudierons donc spécialement les circonstances qui influent sur la marche de la température et les moyens employés pour la maintenir dans les limites les plus favorables à la transformation complète du sucre en alcool.

Vendange. — La récolte des raisins a lieu depuis le 15 août jusqu'au 15 octobre, suivant les localités et les cépages. Quand le siroco souffle avec violence, il est prudent de suspendre la vendange, si l'on n'est pas organisé pour refroidir les raisins ou le moût.

C'est seulement à la maturité complète que le grain atteint tout son développement et le maximum de sa richesse en sucre. C'est aussi le moment où le bouquet est le plus développé et où la coloration est la plus intense dans les cépages rouges.

C'est donc à la maturité parfaite qu'il faut vendanger ; mais il ne faut pas attendre plus tard, parce que, lorsque les acides ont disparu, l'oxydation se porte sur la glucose.

La courbe ci-jointe (fig. 1), qui est la représentation graphique des résultats que nous avons obtenus dans nos recherches sur la maturité, montre l'accumulation progressive du sucre dans le grain de raisin.

Le procédé le plus habituellement employé par les viticulteurs pour se rendre compte du degré d'avancement de la maturité consiste dans la détermination de la densité du jus à l'aide du *mustimètre*.

Pour se servir de cet instrument, il suffit d'écraser un certain nombre de grappes représentant, autant que possible, l'état moyen de développement, de filtrer le jus au travers d'un linge et d'y plonger successivement le mustimètre et un thermomètre. Avec ces indications, les tables qui accompagnent chaque instrument permettent de trouver immédiatement la richesse du moût en

sucre et le degré alcoolique du vin qu'on obtiendra. On peut vendanger quand le mustimètre reste stationnaire.

La maturité est généralement indiquée par la lignification plus ou moins complète du pédoncule et sa coloration brune; les grains se détachent facilement, sont savoureux et possèdent un goût bien sucré.

Pratiquement, la vendange se compose de la plus grande partie des raisins arrivés à la maturité parfaite, mélangés avec une certaine quantité d'autres qui ne sont pas arrivés à cet état, et d'autres qui l'ont dépassé.

Les raisins, placés dans des corbeilles, des banastes, des comportes ou des bennes, sont transportés au cellier sur une charrette attelée de chevaux ou de bœufs.

Cellier. — Il faut des locaux simples et de grandeur proportionnée à l'importance du vignoble. Il est tout à fait inutile de faire des murs d'une grande épaisseur, d'enterrer le bâtiment sur une ou plusieurs faces et de le munir de doubles portes pour éviter l'action des rayons du soleil, puisque la source de chaleur est à l'intérieur.

Les variations de la température du cellier sont sans effet sensible sur la température des cuvées, ainsi que nous l'avons maintes fois observé. Cela tient à ce que la production de chaleur dans l'intérieur de la cuve est rapide et que sa déperdition à travers les parois est très lente. Il suffit de comparer les graphiques de la fig. 5 (page 149) pour s'en rendre compte. Le siroco, en échauffant l'air extérieur, diminue la perte de chaleur et permet d'atteindre plus vite le maximum de température. La fermentation s'arrête un peu plus tôt, voilà toute la différence.

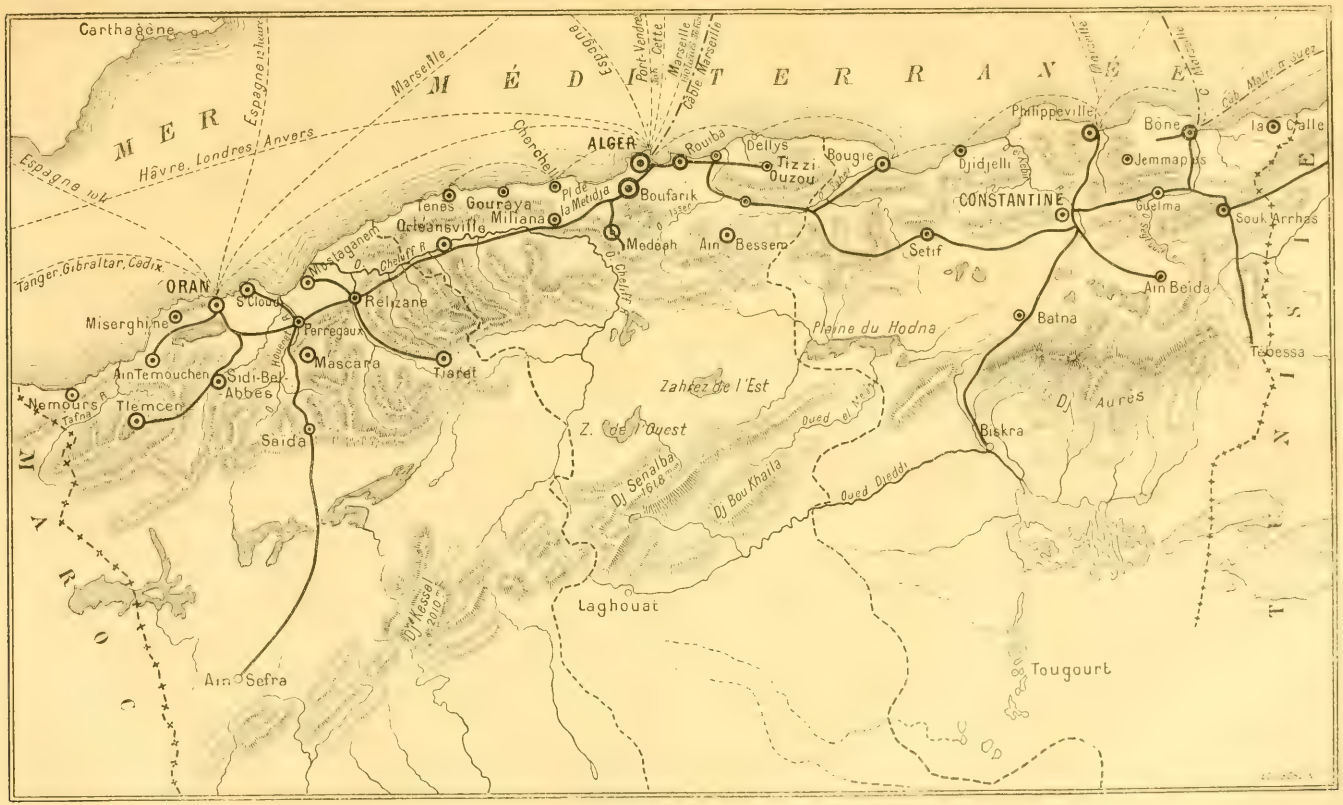
Ce que l'on doit chercher avant tout, c'est un bâtiment simple, solide et disposé de telle façon que les manipulations puissent être exécutées le plus économiquement possible et avec la main-d'œuvre minimum. Il faut de larges ouvertures pour établir une bonne ventilation quand le besoin s'en fait sentir. En résumé, il faut éviter les dépenses inutiles, mais ne rien négliger au point de vue de la commodité des diverses opérations que nécessite la vinification.

Fig. 1. — *Courbe de la richesse saccharine du jus.* Echelle : 5 divisions horizontales correspondent à 1 gr. °/₀ de sucre.

Dans les grands vignobles, les instruments nécessaires aux différentes manipulations (monte-charges, fouloirs, pompes, pressoirs, etc.) sont actionnés par la vapeur ou l'électricité. La figure 2 (page 145) représente la pompe rotative mue par l'électricité qu'emploient MM. Baudoin et Pech, au domaine d'Abziza, pour le remontage du moût. Il suffit d'accrocher le conducteur au câble principal pour mettre l'appareil en mouvement. Si l'on veut refroidir le moût en même temps qu'on le brasse e t l'aère, on intercale un réfrigérant dans le circuit

Cuves et foudres. — Les cuves et les foudres sont en bois; les cuves sont tronconiques, ouvertes ou fermées. Les cuves se font aussi en fer et ciment, avec ou sans revêtement de carreaux de verre; elles sont à section elliptique ou cylindrique.

Si les cuves en fer et ciment, ainsi que les anciennes cuves en maçonnerie à parois épaisses.



Régions viticoles de l'Algérie.

+ – + – + Limites des provinces. — ——— Chemins de fer. — —·—·— Câble télégraphique. — - - - - Ligne de navigation. — Ouadis ou rivières temporaires. — ⊙ Centres des principales régions viticoles de l'Algérie.

conviennent pour la fermentation et pour la conservation des vins faits, elles ne conviennent pas du tout pour loger le vin pendant le temps qui s'écoule depuis le décuvage jusqu'au commencement de l'été. Pendant cette période, le vin a besoin d'air pour se dépouiller et perdre sa verdeur. Il en est ainsi pour les immenses foudres qu'on rencontre parfois: l'air qui filtre d'une manière continue à travers les douelles est en trop faible quantité par rapport à la masse du liquide qu'ils renferment.

Les récipients en bois et en ciment avec treillis en fil d'acier répondent donc à des besoins différents et doivent être employés concurremment. Ce qu'il faut éviter pour les foudres ou les cuves en bois, c'est de leur donner de trop grandes dimensions. Leur capacité ne devrait guère dépasser une centaine d'hectolitres.

L'année dernière, M. Toutée, viticulteur en Tunisie, a préconisé l'emploi des cuves en tôle émaillée et recouvertes d'une toile qu'on maintient humide. Au point de vue de la maturité du vin, elles présentent les mêmes inconvénients que les cuves en fer et ciment ou en maçonnerie, mais elles ont l'avantage de permettre le refroidissement de la vendange, grâce à la conductibilité de leurs parois.

Théoriquement, leur emploi semble préférable à celui des réfrigérants, que nous étudierons plus loin, parce que, dans la cuve Toutée, le calorique disparaît au fur et à mesure de sa production.

Mais, pour que toutes les parties du vin viennent successivement se refroidir au contact des parois de la cuve, il faut brasser la masse, les courants qui s'établissent à l'intérieur étant insuffisants à produire ce résultat. Le remontage à la cuve (fig. 2), en établissant une circulation du moût, permet de réaliser en partie ce desideratum. Du reste, pour que la surface évaporante de la cuve fonctionne dans de bonnes conditions, il faut de l'air sec en mouvement, circonstance qui ne se rencontre pas toujours.

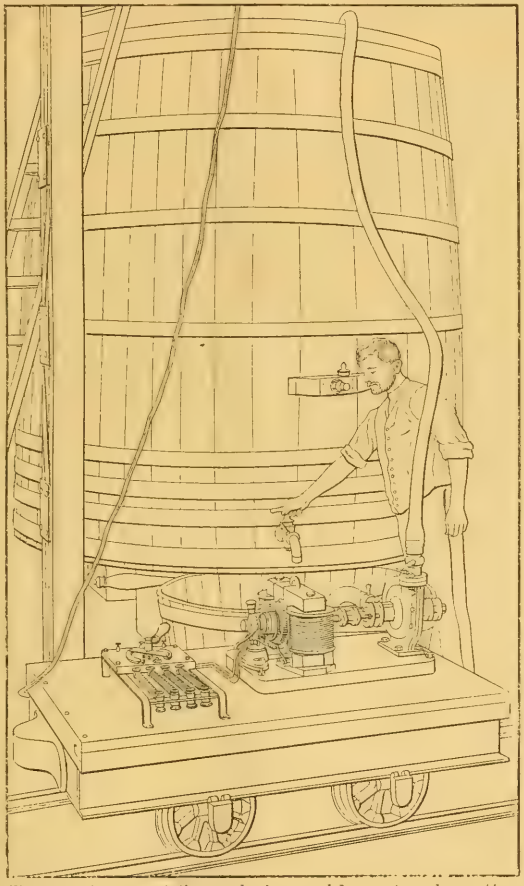


Fig. 2. — *Pompe rotative employée pour le remontage du moût.* — La pompe est montée sur un chariot qui parcourt le cellier et qu'on arrête successivement devant chaque foudre. Un ouvrier, ouvrant le robinet inférieur du foudre, provoque l'écoulement du jus dans un récipient extérieur; la pompe, puisant le jus dans ce récipient, le remonte dans la cuve. — La pompe est commandée sur le chariot par une dynamo.

Pour le moment, et en attendant que des expériences précises nous aient renseignés à ce sujet, il vaut mieux s'en tenir au refroidissement par l'eau [1].

Quelle que soit la nature des vaisseaux employés pour la fermentation, il est nécessaire de les munir d'un dispositif permettant de maintenir le chapeau immergé. Cette immersion s'obtient avec une claie ou avec un filet.

Lorsque la maturité des cépages n'est pas trop inégale, il est bon de les mélanger dans la cuve. Il serait intéressant de connaître les raisins qui doivent être associés ensemble et dans quelle proportion.

Dans les grands vignobles, pour ne pas entraver les travaux, on fait cuver les raisins à part et on mélange les vins le plus tôt possible, au décuvage si l'on peut, ou, tout au moins, dès que la vinification est terminée.

[1] L'observation faite par M. Roos, au cours d'une mission en Algérie, nous apprend seulement qu'avec des températures initiales ayant un écart de 4°,5, la différence entre les maxima a été de 9°,5, soit un abaissement de température de 5 degrés.

II

Égrappage. — Dans certains celliers, on procède à l'égrappage. Dans d'autres cas, on introduit la vendange telle quelle dans la cuve.

Les partisans du *tout à la cuve* disent que la grappe apporte du tanin, des acides (bitartrate et acide malique), qu'elle divise la masse et favorise ainsi la fermentation. Ceux qui prônent l'égrappage prétendent que la rafle introduit dans le vin des matières albuminoïdes qui contribuent plus tard à son altération, qu'il n'est rien moins certain qu'elle apporte des acides, que la quantité de tanin qu'elle peut céder au vin est minime et qu'enfin elle absorbe une partie de l'alcool, de la couleur et de l'acidité si la macération est prolongée.

Deux éléments sont surtout à prendre en considération pour élucider cette question : la nature du cépage et le degré de maturité de la rafle.

Si la rafle est encore verte, elle contient une notable quantité de crème de tartre et peut contribuer à corriger le manque d'acidité du moût. Lorsque la rafle est devenue brune, sa composition est différente : elle contient moins de tanin, des traces d'acidité, et son addition à la cuvée a moins d'influence. Donc, si la rafle est très verte, il faut la rejeter; si sa proportion est élevée, il faut au moins un égrappage partiel. Toutes les fois qu'on laisse cuver longtemps, il vaut mieux égrapper.

D'un autre côté, bien que la plus grande partie du tanin soit fournie par les pépins, il n'en est pas moins vrai que la rafle en contient souvent assez pour que son appoint ne soit pas inutile. Quant à avancer que la rafle peut constituer un milieu astringent, impropre à la fermentation, c'est une exagération évidente, le moût ne contenant jamais une quantité de principes astringents capable d'empêcher l'évolution du ferment alcoolique.

Il en est de même en ce qui concerne l'apport de matières albuminoïdes, qui n'est pas à craindre, parce qu'elles n'existent qu'en très petite quantité au moment de la vendange.

Ainsi que l'a judicieusement fait observer M. Bouffard, la perte d'alcool provient de ce que la rafle contient une certaine proportion d'eau (cette proportion peut varier de 35,5 à 81,3 °/₀, d'après nos expériences) qui se met en équilibre de composition avec le liquide qui la baigne et devient du vin. Or, comme la rafle représente en moyenne 3 à 4 °/₀ du poids de la vendange — (d'après nos recherches, cette proportion peut varier entre 1,7 et 8,5 °/₀), — on voit que la perte peut être sensible et s'élever, dans les conditions favorables, à près de ½ degré. Il en est de même pour les autres éléments du vin : acidité, couleur, etc. Il faut remarquer que ces éléments ne sont pas perdus : nous les retrouverons sous forme de piquette en épuisant les marcs par des lavages méthodiques.

C'est bien à tort que M. Dessoliers cite une expérience de cuvage où l'acidité a été en diminuant, pour montrer que la rafle absorbe l'acidité du vin. Il y a des causes d'enrichissement et de perte indépendantes de la présence de la rafle, causes qu'il est utile de signaler ici. L'analyse ne révèle que la résultante de ces causes qui agissent en sens inverse, résultante qui se traduit tantôt par une augmentation, tantôt par une diminution de l'acidité totale.

Supposons un moût contenant 25 °/₀ de sucre, ce qui n'est pas rare en Algérie. Nous savons, d'après M. Pasteur, que 100 grammes de sucre de raisin donnent en fermentant 0gr,6 d'acide succinique, soit 0 gr. 15 °/₀ pour le cas qui nous occupe. Cet acide succinique correspond à une acidité totale de 1 gr. 90 par litre, évaluée en acide tartrique. Il y a, en outre, la dissolution des principes tanniques et la formation d'une petite quantité d'acides volatils pendant la fermentation. Voilà pour le gain.

D'autre part, la faible solubilité du bitartrate de potasse dans l'eau alcoolisée est une cause de

TABLEAU I — Crème de Tartre

TEMPÉRATURE	Solubilité dans l'alcool à 10 °/₀	Solubilité dans l'alcool à 15
15	2.49	1.75
20	2.85	1.86
25	3.10	2.15
30	4.08	2.70
40	5.95	4.00

perte. Le tableau ci-dessus (tableau I) montre que la solubilité de la crème de tartre diminue lorsque la teneur en alcool augmente, et croît avec la température. Il y a bien d'autres causes qui interviennent pour modifier l'acidité. Dans les nombreuses expériences de vinification que nous avons faites en Algérie, nous avons toujours constaté une augmentation de l'acidité.

Lorsque les raisins ont subi l'influence du siroco, la rafle retient non seulement le moût qui la mouille, mais aussi les nombreux grains partiellement desséchés qui restent adhérents au pédoncule. Dans cette circonstance, les rafles peuvent être utilisées à faire du second vin.

On voit qu'il n'est guère possible actuellement de fixer des règles précises sur l'influence de l'égrappage. L'égrappage, comme le mélange des

raisins à la cuve, sont des questions qui demandent à être étudiées expérimentalement. Dès notre arrivée en Algérie, nous avions fait planter les variétés de vignes les plus méritantes pour entreprendre l'étude de ces questions; mais, devant l'indifférence de ceux qui auraient pu nous faciliter notre tâche, nous avons dû abandonner ces études.

résultats peu encourageants; mais cela tient à ce qu'ils ont été faits, pour la plupart, dans des conditions telles qu'il est impossible d'en tirer le moindre renseignement précis.

Les industriels qui ont lancé prématurément cette méthode dans la pratique sont parvenus à la discréditer. Il faut attendre de connaître mieux la biologie des diverses levures pour pouvoir les

Fig. 3. — *Fouloirs-égrappoirs.* — La vendange, venant du vignoble, est élevée, à l'extérieur du cellier, jusqu'à la hauteur du deuxième étage. Là elle est, au moyen du tonneau oscillant visible sur la droite de cette figure, déversée à l'intérieur du bâtiment. Des ouvriers, armés de râteaux, la dirigent dans de grands entonnoirs, au-dessous desquels se trouvent les cylindres égrappeurs et broyeurs. Ceux-ci séparent la grappe et laissent tomber la vendange foulée dans les wagonets qui circulent au premier étage du cellier ; ces wagonets, passant successivement au-dessus des divers foudres du rez-de-chaussée, y déversent leur contenu.

La figure 3 montre les fouloirs-égrappoirs installés au second étage (cellier de MM. Pech et Baudoin, à Abziza). Sur le plancher du premier étage, des wagonets reçoivent la vendange foulée et la conduisent au-dessus des foudres ou des cuves à fermentation situés au rez-de-chaussée. Cette disposition permet d'exécuter très économiquement les diverses opérations mécaniques à faire subir à la vendange.

III

Levures sélectionnées. — Les essais tentés jusqu'à présent pour opérer la fermentation à l'aide des levures pures ou sélectionnées, ont donné des

utiliser avec des avantages sérieux dans la pratique de la vinification.

Il semble toutefois se dégager des expériences entreprises avec les levures plus ou moins pures fournies par le commerce qu'elles ont le plus souvent une action favorable sur l'allure de la fermentation et la nature des produits obtenus.

En ce qui concerne le bouquet, la nature des raisins et les caractères qu'ils tiennent des conditions de milieu ont une telle prépondérance que l'influence de la levure est nulle.

Amélioration du moût. — Nous n'avons pas, comme en France, à nous préoccuper du défaut de sucre dans les raisins ; nos vendanges sont plutôt trop

sucrées. A cet excès de sucre correspond souvent un manque d'acidité, que nous devons essayer de corriger.

Contrairement à ce qui a été affirmé, l'acidité décroît constamment avec l'accroissement de la maturité. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner la courbe de la figure 4 qui est la représentation graphique des résultats obtenus dans nos recherches sur la maturation [1].

Si nous comparons cette courbe à celle du sucre (fig. 1, page 143), nous voyons qu'elles sont inversement proportionnelles. Si la proportion de sucre, dans une certaine mesure, est fonction de l'intensité de la lumière et de l'élévation de la température, la *désacidification* est également favorisée par ces deux facteurs.

L'acidité totale décroît brusquement à partir de la véraison, puis de plus en plus lentement.

Si l'acidité persiste longtemps dans les raisins de certains cépages, elle devient bientôt trop faible dans d'autres.

Les nombreuses analyses des moûts de Carignan, de Mourvèdre, d'Œillade, de Clairette et de Chasselas, que nous avons faites l'année dernière au moment de la vendange, nous ont donné une acidité totale voisine de 2,6 ‰ (titrée en SO^4H^2). Cette acidité, évaluée en acide tartrique, représente seulement 4 grammes par litre.

Nous ne savons pas quelle est l'acidité totale minima nécessaire pour la vinification des différents cépages, mais on peut affirmer qu'elle est insuffisante lorsqu'elle ne dépasse pas ce chiffre; les vins obtenus sont plats et manquent de fraîcheur. Il se peut toutefois que ce défaut n'existe pas chaque année : cela dépend des conditions météorologiques dans lesquelles s'effectue la maturité.

On a reconnu qu'un certain degré d'acidité est nécessaire pour obtenir une coloration vive et brillante, une prompte clarification du vin, et se montre favorable au développement du ferment alcoolique. Il faut donc se préoccuper d'augmenter l'acidité du moût, sans exagération. On y arrive en ajoutant 200 à 250 grammes de phosphate de chaux par 100 kilogr. de vendange ou 50 à 100 grammes d'acide tartrique. Indépendamment de l'augmentation d'acidité, le phosphate de chaux produit une défécation analogue à celle du plâtre et augmente la proportion d'acide phosphorique dans le vin (phosphate de potasse et phosphate de chaux) d'environ 0 gr. 8 par litre.

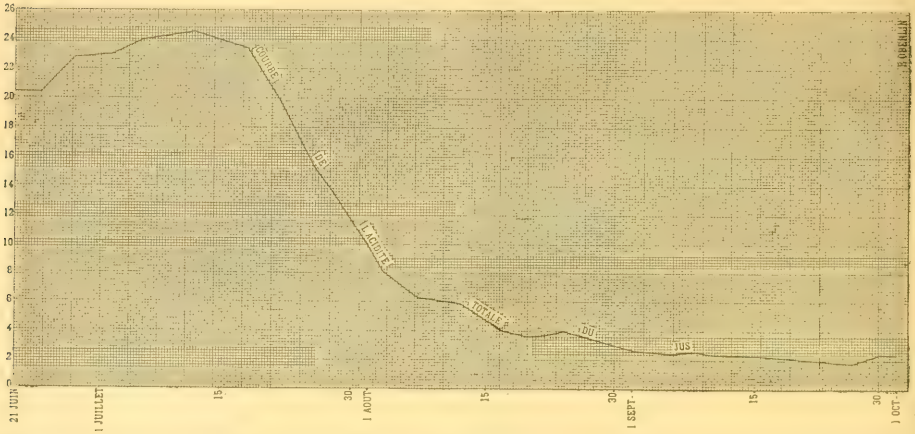


Fig. 4. — *Courbe de l'acidité totale du jus* (*en* H^2SO^4). 5 divisions horizontales correspondent à 1 gramme d'acidité par litre.

Remarquons que l'acidité totale du moût ne nous renseigne qu'imparfaitement sur l'influence de l'acidité sur la fermentation et la qualité du vin qu'on obtiendra. Il faudrait connaître la proportion de chacun des corps acides (acide tartrique, bitartrate, acide malique, etc.) qui entrent dans la somme acide et comment ils se comportent séparément. Quelques essais ont été tentés avec l'acide malique, mais les résultats obtenus ne sont pas assez nets pour en parler ici.

On doit, avant d'introduire la vendange ou le moût dans les foudres, les cuves ou les futailles, s'assurer qu'ils sont dans un état de propreté rigoureux et exempts de germes de maladies. Ce résultat est obtenu en nettoyant soigneusement les vases vinaires dès qu'ils sont vides; puis, après

(1) Cette courbe fait partie d'un ensemble de recherches sur la maturation que nous avons faites en collaboration avec M. Foussat, préparateur à la Station, et que nous publierons prochainement.

les avoir séchés, on les mèche. On recommence le méchage dès que le besoin s'en fait sentir, de manière à maintenir une atmosphère d'acide sulfureux.

IV

Fermentation. — Nous arrivons à la transformation du moût en vin, c'est-à-dire à la fermentation. La fermentation est un phénomène exothermique : la levure transforme en chaleur et en force vive l'énergie potentielle accumulée dans le sucre. Les résultats calorimétriques de M. Berthelot nous ont appris qu'une molécule de sucre de raisin ($C^6H^{12}O^6$) peut (exprimée en grammes) donner, en brûlant, 713 petites calories. D'autre part, nous savons que, des deux corps que le sucre fournit, l'un, l'alcool, peut encore dégager 642 petites calories en brûlant. La différence, 71, représente donc la chaleur mise en liberté dans le dédoublement d'une molécule de sucre de raisin, ou 180 grammes, en alcool et en acide carbonique. Avec un moût contenant 18 °/o de sucre, la chaleur spécifique étant 1, l'élévation de la température atteindrait 71°. Si les raisins, au moment de la cueillette, avaient une température de 29°, la température de la cuvée serait portée à 71 + 29 = 100°; elle entrerait en ébullition.

C'est là la température théorique qu'on obtiendrait si, comme le dit M. Duclaux, « on pouvait réaliser instantanément la transformation du sucre sans employer de levure et sans perte de chaleur ».

Ces conditions ne sont pas réalisables dans la pratique. La transformation n'est pas instantanée, et, pendant qu'elle dure, la levure utilise une partie de la chaleur pour vaincre l'affinité chimique des atomes de la molécule de sucre et pour constituer les principes immédiats dont elle a besoin.

Il y a ensuite l'acide carbonique, qui emprunte au liquide la chaleur nécessaire à son dégagement. D'autre part, 5 parties environ du sucre initial sont employées à d'autres usages que la production d'alcool et d'acide carbonique. En quatrième lieu, il y a l'échauffement des parois du foudre ou de la cuve. Il y a également toute la masse des pellicules et des rafles (environ la moitié du poids du moût) qui s'échauffe. Il y a, enfin, le refroidissement dû au rayonnement et au contact de l'air.

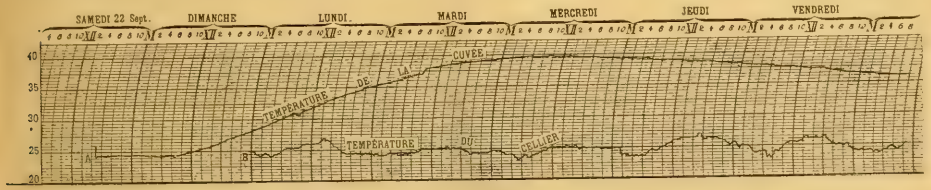


Fig. 5. — *Courbes des températures pendant la fermentation; série avec moût non refroidi.* — A, Température de la cuvée. — B, Température du cellier [1].

Il résulte des expériences que nous poursuivons depuis deux ans avec des appareils enregistreurs, que, dans les conditions ordinaires, la température *maxima* pendant la fermentation ne dépasse jamais 40 à 45°. Quand la température a atteint 40°, si les causes de refroidissement sont impuissantes à faire baisser la température de la cuvée, la levure reste bientôt inerte et la fermentation s'arrête net.

TABLEAU II. — (CARIGNAN).

DATES	Alcool °/o en volume	Sucre °/o en glucose	Rapport de l'Alcool °/o en V au Sucre en poids	Rotation tube de 0.22	Acidité totale en SO^4H^2
22 septembre 6 h. 1/2 soir (mise en cuve)	»	24.58	»	— 10°.8	2.29
23 — — —	1.5	21.85	0.54	— 10.24'	3.49
24 — — —	5.5	13.05	0.45	— 10.28'	4.62
25 — 9 h. soir —	9.1	6.41	0.54	— 7.36'	4.79
26 — 6 h. 1/2 soir —	9.9	5.00	0.56	— 5.48'	4.88
27 — — —	10.5	3.95	0.57	— 5.16'	4.97
28 — — —	10.7	3.60	0.57	— 5.00	4.88
29 — 10 h. 1/2 matin (décuvage)	10.8	3.42	0.55	— 4.56'	4.90
26 novembre	12.9	0.144	0.64 [2]	— 0.12'	4.57

L'expérience que relate le tableau II est tout à fait démonstrative. La température du cellier est donnée par le diagramme inférieur de la figure 5,

[1] Ce diagramme et le tableau qui l'accompagne, ainsi que ceux qui vont suivre, font partie d'un ensemble de recherches sur la fermentation que nous publierons plus tard.

[2] Une erreur s'est glissée ici, par suite de la non-homogénéité des échantillons.

celle de la cuvée par la courbe supérieure. Quant aux résultats analytiques, ils sont inscrits dans le tableau II (page 149).

On le voit, dès le 26, la fermentation est très lente ; elle s'arrête complètement le 27, et ne reprend qu'après que le vin a été soutiré en transports de 4 ou 5 hectolitres de capacité. D'autres cuvées nous ont donné des résultats absolument semblables.

Le refroidissement dans la cuve n'est ni assez sensible ni assez rapide pour que la levure reprenne son activité. C'est un fait qui avait déjà été remarqué par beaucoup de viticulteurs, mais qui n'avait pas encore été démontré expérimentalement.

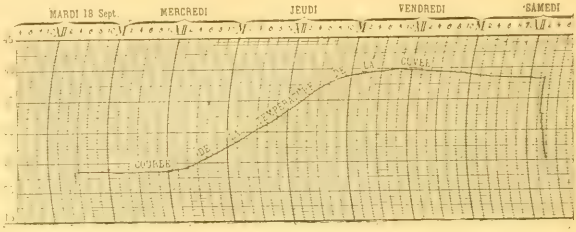


Fig. 6. — *Courbe de la température de la cuvée non refroidie.*

L'élévation de la température dans la cuvée est donc limitée par les exigences de la levure, qui n'agit plus au delà de 40°.

La température initiale de la vendange étant comprise entre 20 et 25°, la chaleur sensible qui reste dans la cuve varie entre 15 et 20°.

Toutes les fois que la richesse du moût en sucre est telle qu'avec les conditions naturelles de refroidissement, la température maxima ne dépasse pas 40° avant la transformation totale du sucre, la fermentation complète du moût est possible.

L'expérience montre qu'en Algérie cette proportion de sucre ne doit pas s'élever au-dessus de 18 à 20 °/₀. Théoriquement les vins produits devraient contenir 11 à 12 °/₀ d'alcool environ, mais en pratique on obtient seulement des vins de 10 à 11 °.

Voici une expérience qui montre bien qu'une cuvée abandonnée à elle-même peut fermenter complètement lorsque le moût n'est pas trop sucré. La courbe de la température est reproduite dans la figure 6 et les résultats analytiques sont consignés dans le tableau III ci-dessous :

Remarquons de suite que la fermentation est ici bien plus active que dans l'expérience précédente, à cause de la plus faible proportion de sucre. Cette activité de la fermentation se traduit par une élévation rapide de la température. Avec les moûts très sucrés, la courbe de la température est plus allongée.

Examinés au microscope, les globules de levure se montrent vigoureux, turgescents et très réfringents.

Dans les moûts riches en sucre ils sont moins gonflés et se ratatinent dès que la température s'élève notablement. Sous l'influence de l'action osmotique du liquide, le protoplasma de la levure se contracte.

Voici maintenant (fig. 7 et tableau IV) les résultats obtenus avec une cuvée dont le moût a été passé au réfrigérant. La fermentation s'est effectuée entre 25 et 30°. Nous ne croyons pas nous tromper en disant que c'est la première expérience suivie qui ait été faite pour déterminer l'influence de la réfrigération du moût sur la fermentation.

TABLEAU III. — (Aramon).

DATES	Alcool °/₀ en volume	Sucre °/₀ en glucose	Rapport de l'Alcool °/₀ en vol. au Sucre °/₀	Rotation tube de 0.22	Acidité totale en SO^4H^2
18 septembre, 6 h. 1/2 soir (mise en cuve)	»	16.92	»	— 8°.16'	3.05
19 — — —	1.30	14.66	0.55	— 8.48'	3.66
20 — — —	7.50	3.60	0.57	— 5.00	4.17
21 — — —	9.45	0.29	0.57	0	4.86
22 — 10 h. 1/2 matin (levure)	9.50	0.12	0.55	0	5.01

Il ressort de la comparaison de ces deux expériences que l'allure de la fermentation est sensiblement la même dans le moût réfrigéré et dans celui qui ne l'est pas. Il en est tout autrement quand on opère sur des moûts très sucrés.

Nous avons vu que, lorsque la température s'élevait au-dessus de 40°, la levure passait à l'état de vie latente et ne manifestait plus son pouvoir de ferment. Chaque levure possède ainsi une température critique, variable avec la composition du milieu.

D'un autre côté, nous savons que la chaleur

dégagée croît avec la richesse en sucre du moût, et, par là même, l'élévation de la température. Ainsi un moût contenant 24 °/₀ de sucre peut mettre en liberté 94^{cal},5 au lieu de 71, soit une différence de 23^{cal},5 par litre.

Il résulte de ces considérations que c'est la chaleur qui joue le rôle de régulateur et arrête la décomposition du sucre en suspendant l'action de la levure ; ce qui revient à dire que, toutes les fois que les moûts sont très sucrés, la fermentation reste inachevée.

Dans la majeure partie des cas, les moûts des bons cépages ont une teneur en sucre supérieure à 20 °/₀ en Algérie. La plupart de ceux que nous avons examinés cette année en renfermaient 24 à 25 °/₀. Cette proportion peut encore s'élever davantage, comme le montre la courbe de la figure 1 (page 143).

D'autre part, nous savons que, si on rencontre rarement les organismes étrangers en quantité notable dans le vin en fermentation régulière ou bien fini, le vin incomplètement fermenté est rapidement envahi par les ferments de maladies qui le rendent bientôt imbuvable.

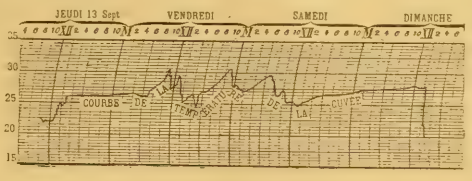


Fig. 7. — *Courbe de la température de la cuvée pendant la fermentation. Série avec moût refroidi.*

que 5^{cc} de cette liqueur sont incomplètement décolorés par 10^{cc} de vin, il reste moins de 2 grammes de sucre par litre, et la fermentation est terminée.

V

Atténuation des effets de la chaleur. — On est arrivé à atténuer l'influence de l'élévation de la température de différentes manières, que nous allons examiner.

Quand la fermentation devient traînante, le remontage à la cuve permet souvent de ranimer l'activité de la levure. Dans d'autres cas, on fait barboter, dans le moût en train de fermenter, de l'air finement divisé. Le premier mode opératoire a l'avantage, tout en brassant et aérant la masse, d'abaisser de un ou deux degrés la température et d'éliminer une grande partie de l'acide carbonique. Mais ce procédé a l'inconvénient d'augmenter la perte d'alcool, qui a varié entre 1 et 3 dixièmes de degré dans les essais que nous avons pu faire. Cela tient à la tension élevée de la vapeur d'alcool, qui est déjà de 44,5 millimètres à 20°, de 78,5 à 30°, et de 134 à 40°.

TABLEAU IV. — Refroidissement du moût. — (Petit-Bouschet).

DATES	Alcool °/₀ en volume	Sucre °/₀ en glucose	Rapport de l'Alcool °/₀ en V au Sucre °/₀	Acidité totale en SO^4H^2
13 septembre (mise en cuve	»	18.00	»	3.30
14 — —	»	»	»	»
15 — 9 h. ½ matin	7.60	4.38	0.57	4.91
15 — 1 h. soir	8.30	3.23	0.52	4.80
15 — 5 h. soir	8.80	2.20	0.48	4.91
16 — 7 h. matin	9.72	0.645	0.58	4.90
16 — 1 h. soir	10.00	0.170	0.59	5.00
16 — (décuvage)	»	»	»	»

On peut donc dire que, dans la vinification, l'essentiel est d'obtenir une fermentation complète ; et, par vin fini, il faut entendre celui qui ne contient pas plus de 2 grammes de sucre par litre, environ.

La diminution de la densité, qu'on apprécie avec le mustimètre, permet de constater l'arrêt de la fermentation ; mais cet instrument ne donne pas toujours des indications précises sur la quantité de sucre qui reste. Il vaut mieux avoir recours au dosage du sucre par la liqueur de Fehling. On se sert pour cela d'une liqueur dont 5^{cc} correspondent exactement à 0^{gr},020 de glucose. Toutes les fois

Dans les conditions ordinaires, les pertes d'alcool par entraînement ne sont pas importantes, parce que le dégagement gazeux qui se produit par l'ouverture du foudre ou de la cuve cesse d'être abondant lorsque la température est très élevée.

Dans toutes les cuvées que nous avons pu suivre, le rapport entre l'alcool en volume formé et le sucre disparu a varié entre 0,55 et 0,58. Le rendement théorique étant 0,61, il n'y a donc pas une énorme disproportion entre le titre alcoolique des vins et la richesse saccharine des moûts qui les produisent. Ces rapports sont du même ordre que ceux

observés en France. L'affaiblissement du rendement en alcool se manifeste lorque l'action du ferment alcoolique est annihilée, lorsque la fermentation s'arrête en laissant le champ libre aux organismes étrangers qui se développent aux dépens du sucre restant.

De plus, il y a longtemps que M. Pasteur a fait remarquer que l'équation de la fermentation alcoolique est essentiellement variable avec les conditions dans lesquelles elle s'accomplit.

Il y a donc lieu de croire que la proportion d'alcool formé diminue au-dessus d'une certaine température et est également influencée par la richesse saccharine du moût, le degré alcoolique et les autres variations qui se produisent dans la composition du moût. Elle varie également avec la nature des levures qui ont présidé à la décomposition du sucre.

Ces pertes d'alcool, qui sont inévitables, ne semblent pas être beaucoup plus importantes en Algérie qu'en France, lorsque la vinification est faite avec soin.

M. Dessoliers prétend que l'aération « a pour effet de faciliter le développement des ferments de maladies et d'accroître l'acidité des vins ». C'est le contraire qui est vrai. Pour que son expérience fût démonstrative et autorisât ces conclusions, il aurait fallu comparer des bordelaises aérées à des bordelaises non aérées, sans les mécher.

Le repompage du moût est surtout utile après la fermentation tumultueuse : car, si l'aération pratiquée avec modération est une pratique recommandable, il serait dangereux de l'exagérer.

On arrive encore à pallier l'influence de la température en employant des foudres ou des cuves de petites dimensions. On comprend, en effet, qu'au fur et à mesure que la capacité s'accroît, le rapport entre l'excès de température et la surface de refroidissement augmente, puisque la capacité (et par suite la quantité de chaleur dégagée) croît comme le cube des dimensions linéaires, tandis que la surface de refroidissement croît seulement comme le carré.

C'est ainsi que le vin de la cuvée mentionnée au tableau II, qui renfermait 34 gr. 2 de sucre par litre au décuvage, a été logé en transports. Là, la fermentation est repartie, et le vin, examiné à nouveau au 26 novembre, ne contenait qu'une proportion de sucre normale : 1 gr. 44 par litre.

D'autres cuvées qui contenaient de 30 à 60 grammes de sucre par litre au décuvage ont également pu achever leur fermentation après avoir été tirées en transports.

Il faut avoir soin de procéder au décuvage (fig. 8 dès que la fermentation menace de s'arrêter, l'action de la chaleur sur la levure étant fonction du temps. Il arrive cependant dans certains cas que, dans les vins renfermant encore une notable quantité de sucre indécomposé, la levure se développe difficilement ou ne se développe pas du tout, même si on ajoute un levain formé de ferments en pleine activité. Le vin est devenu un milieu impropre à l'évolution de la levure, parce qu'il renferme sans doute des produits d'excrétion toxiques provenant de la levure elle-même ou des espèces étrangères qui lui ont succédé après l'arrêt de la fermentation.

Enfin, on s'est appliqué à retarder l'élévation de la température du moût par le refroidissement préalable des raisins. Il suffit d'exposer les raisins, sous une faible épaisseur, au rayonnement nocturne, et, s'il y a siroco, de les arroser, pour obtenir un refroidissement notable. Ce moyen, qui est excellent pour les petites et les moyennes exploitations, ne saurait convenir aux vignobles importants. Pour ces derniers, les raisins sont arrosés et placés dans un courant d'air artificiel.

On peut ainsi encuver les raisins à une température voisine de 20 degrés, ce qui permet de faire partir la fermentation plus lentement et d'accroître la quantité de sucre décomposé avant que le maximum de température soit atteint. Le refroidissement des raisins est suffisant pour les moûts dont la richesse en sucre ne dépasse pas 18 à 20 %; mais, pour les moûts plus sucrés, il est souvent insuffisant. Cependant, même dans ce dernier cas, il n'est pas à dédaigner. Combiné avec le tirage en transports trois jours après la mise en cuve, il permet d'atteindre plus sûrement le but. Si l'influence du siroco sur les fermentations en cours est négligeable, il n'en est pas de même de son action sur les raisins attachés aux ceps, dont la température peut s'élever notablement. Cet échauffement préalable de la vendange a pour effet de faire partir brusquement la fermentation, si on n'a pas soin de refroidir les raisins avant de les encuver. Le dégagement de chaleur est alors rapide, et, comme l'écart entre la température initiale et celle à laquelle les levures ne peuvent plus travailler est faible, il en résulte que la fermentation s'arrête court quand la quantité de sucre restant à transformer est encore considérable.

Un dernier moyen consiste à ajouter de l'eau au moût pour le ramener au degré voulu. Pour établir cette influence de la dilution du moût, nous citerons l'expérience d'une cuvée dont la fermentation s'est effectuée dans les mêmes conditions que la cuvée du tableau IV. Après la mise en cuve, le moût contenait 24,12 % de sucre : on lui a ajouté environ 12 % d'eau, ce qui a réduit la teneur en sucre à 21 %. Dans ces conditions la fermentation a pu se terminer à peu près complètement; il ne restait que 3 gr. 37 de sucre par

litre au décuvage. Les cuvées faites sans addition d'eau sont restées avec une proportion de sucre variant de 30 à 60 grammes par litre.

Fig. 8. — *Décuvage à la lumière électrique.* — Le vin ayant été soutiré par la partie supérieure de la cuve, le *trou d'homme* (béant sur le tonneau de droite de la figure) sert à enlever tout le dépôt qui s'est accumulé au fond de la cuve.

Le mouillage à la cuve est tout indiqué lorsque les raisins ont été plus ou moins flétris par le siroco. Les raisins exposés au siroco peuvent facilement gagner 2 à 3 °/₀ de sucre. Si une pluie survient, ils peuvent réabsorber l'eau qu'ils avaient perdue sous l'action d'une température élevée et d'une sécheresse prolongée.

La courbe ci-contre (fig. 9) représente les variations de la température maxima pendant le développement et la maturité des raisins pour l'année 1894. Si l'on compare ce graphique à la courbe du sucre (fig. 1), on voit que, sous l'influence de la chaleur excessive (plus de 43°) qui s'est fait sentir à la fin d'août et au commencement de septembre, le sucre s'est notablement accru ; la proportion a dépassé 27,5 °/₀. Puis, la pluie étant survenue dans les premiers jours de septembre, les raisins qui n'avaient pas trop souffert ont pu récupérer l'eau perdue, et le taux du sucre a diminué. L'addition d'eau à la cuve ne présente donc pas ici le caractère frauduleux qu'on attache généralement

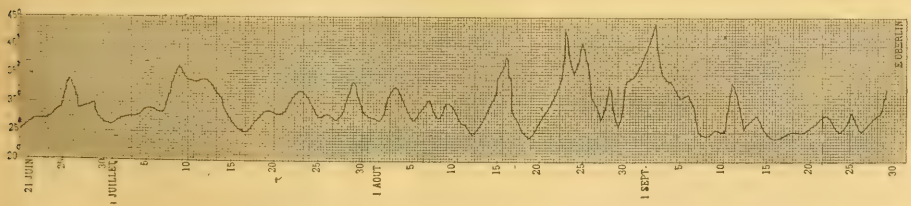


Fig. 9. — *Courbe de la température maxima observée à Alger du 21 juin au 1er octobre.*

au mouillage, puisqu'on se borne à remplacer l'eau qui a été enlevée prématurément par le siroco et qui pourrait être reprise naturellement si les circonstances climatériques venaient à changer avant la vendange. Cette addition d'eau a lieu à la cuve, au lieu d'avoir lieu au vignoble : voilà toute la différence.

VI

Réfrigération des moûts. — Nous venons de passer en revue les divers moyens employés par les viticulteurs pour préserver la vendange d'une trop grande élévation de température et permettre à la levure de se développer dans des conditions normales et d'achever la transformation du sucre. Il nous reste à nous occuper du refroidissement des moûts par les réfrigérants. C'est la méthode la plus rationnelle, la plus pratique et la plus efficace.

C'est M. Brame qui paraît avoir été le premier à utiliser le réfrigérant de brasserie pour refroidir le moût de raisin; mais c'est à M. Dessoliers que revient le mérite d'avoir employé cette méthode d'une manière rationnelle. L'idéal serait d'enlever le calorique au fur et à mesure de sa production et d'effectuer la fermentation à une température constante. En réalité, nous sommes obligés de procéder autrement. Nous abaissons la température du moût à un certain degré, elle remonte ensuite; lorsqu'elle atteint l'élévation voulue, nous la faisons redescendre, et ainsi de suite.

L'essentiel est de maintenir les oscillations autour d'un certain degré de température. Quel est ce degré et à quel moment faut-il réfrigérer?

Pour la levure, comme pour les autres cellules vivantes, il y a trois températures à considérer. Ce sont : 1° une certaine limite inférieure au-dessous de laquelle la vie ne se manifeste plus; 2° une certaine limite supérieure au-dessus de laquelle la vie s'arrête également; 3° quelque part dans l'intervalle, une température où la vie se manifeste avec toute son énergie et toute sa force : c'est *l'optimum* de température. Dans le cas qui nous occupe, cet optimum de température a lieu lorsque la levure remplit le mieux les conditions que l'on cherche, à savoir la transformation du sucre avec le plus fort rendement en alcool. Les différentes variétés de levures ne se comportent pas de la même manière vis-à-vis de la température, et leur résistance individuelle est variable avec la composition du milieu. Il est donc impossible de fixer la température optimum d'une manière précise, en ce qui concerne la vinification ; mais l'expérience montre que c'est entre 25 et 30° qu'on obtient les meilleurs résultats. C'est donc dans cet intervalle qu'il faut faire la fermentation; mais nous pourrons sans inconvénient nous en écarter de quelques degrés en dessus ou au-dessous. Toutes les fois que cela sera possible, il vaudra mieux descendre au-dessous de 25 que de laisser le moût s'échauffer au-dessus de 30.

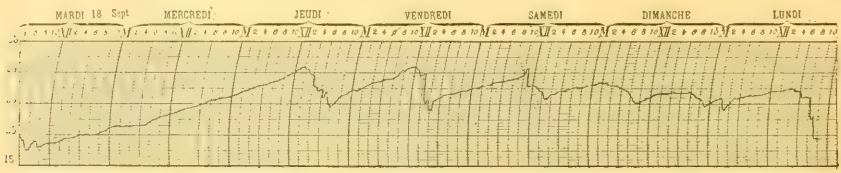


Fig. 10. — *Courbe de la température de la cuvée pendant la fermentation; série avec moût refroidi.*

Ici se pose une autre question : c'est celle de savoir quelle est la quantité de calories qu'il faut soustraire au moût pour que la fermentation puisse se poursuivre et se terminer entre 25 et 30°. Le nombre des calories qu'il faut enlever au moût s'accroît avec l'augmentation de la richesse du moût en sucre. Les expériences que nous avons faites nous ont montré qu'avec des moûts contenant 24 à 25 °/₀ de sucre, dans les conditions ordinaires, il fallait enlever 20 petites calories par litre à la masse de la vendange. C'est suffisant.

Voici un exemple qui nous est fourni par une cuvée de notre série d'expériences avec les moûts réfrigérés. Le graphique de la figure 10 représente la marche de la température, et les résultats analytiques sont consignés dans le tableau V (page 155).

Cette expérience montre que, lorsqu'on refroidit le moût, il n'y a pas arrêt dans la fermentation, comme nous l'avons vu précédemment avec une cuvée abandonnée à elle-même. La fermentation a dû être terminée le 24, la quantité de sucre restant à décomposer n'étant que de 7gr,14 par litre, alors que 13gr,46 avaient disparu dans les dernières 24 heures.

Remarquons, en passant, que la fermentation devient de plus en plus lente au fur et à mesure qu'elle avance. Il y a plusieurs causes qui concourent à produire ce résultat, notamment l'augmentation de la proportion d'alcool.

D'autre part, le graphique de la figure 10 établit

qu'il faut passer trois fois le moût au réfrigérant pour empêcher la température de s'élever au-dessus de 30°. Comme le moût seul traverse l'appareil et qu'il ne représente que les 2/3 environ de la masse totale, il s'ensuit qu'il faut lui enlever 30 petites cal. par litre. En réalité, ce nombre est un peu supérieur, parce que nous ne tenons pas compte des calories dégagées pendant le temps de la réfrigération.

La vitesse du refroidissement étant proportionnelle à l'écart de température entre l'eau et le vin, la méthode généralement suivie et qui consiste à recevoir, dans la même cuve, le vin que l'on vient d'en extraire, pour le passer au réfrigérant, est défectueuse, même si l'on prend soin de répandre le moût refroidi en pluie à la surface du marc, ainsi que cela avait lieu dans nos expériences. L'effet utile baisse de plus en plus.

Il faut alimenter le réfrigérant avec le moût initial, régler le débit de manière à obtenir la température cherchée après un seul passage et conduire le moût refroidi dans une cuve spéciale, d'où il sera ensuite dirigé dans la cuve d'origine. Dans ces conditions, c'est donc un abaissement de température du moût de 10° qu'il faut produire à chaque réfrigération.

D'un autre côté, comme il n'est pas avantageux de chercher à obtenir l'échange intégral de température et qu'il est préférable de s'en tenir à un écart de deux ou trois degrés, on voit qu'il y a plutôt avantage à augmenter le nombre des réfrigérations. Pour les moûts très sucrés, pouvant donner 14 à 15 °/₀ d'alcool, il faut compter sur 3 ou 4 réfrigérations successives à l'eau ordinaire.

Ce qui importe le plus pour pratiquer la réfrigération, c'est d'avoir de l'eau à sa disposition en quantité suffisante. Avec les réfrigérants actuellement en usage, la température des eaux de source variant de 20 à 22°, il faut, pour que le refroidissement se fasse assez rapidement, disposer d'un volume d'eau égal à celui du vin.

Comme il faut trois ou quatre réfrigérations successives pour chaque cuvée, si on ne veut pas laisser le vin s'échauffer au-dessus de 30°, il en résulte que le *volume d'eau fraîche nécessaire est de 3 à 4 fois celui du vin à produire.*

Les réfrigérants ont pour organe commun une série de tubes dans lesquels circule le moût à refroidir. Ils se distinguent, d'ailleurs, en plusieurs catégories suivant que les tubes sont horizontaux ou verticaux, suivant que l'eau coule dans des tubes concentriques ou est distribuée en pluie sur la surface des tubes qui renferment le vin.

La plupart de ces instruments fonctionnent assez bien, lorsque le débit de l'eau et celui du vin sont convenablement réglés. Les constructeurs pourront cependant facilement les modifier, afin d'augmenter l'effet utile et de diminuer le temps de la réfrigération. Ils devront également les munir d'un dispositif permettant de placer des thermomètres à l'entrée et à la sortie du vin.

Lorsque le volume d'eau fraîche dont on dispose pour alimenter le réfrigérant est insuffisant, on pourra se servir de la même eau après l'avoir préalablement refroidie par évaporation.

On peut imaginer divers moyens pour obtenir le refroidissement de l'eau. M. H. Dessoliers emploie une cheminée en briques creuses disposées en chicanes. L'eau qui sort du réfrigérant est distribuée en pluie au sommet de la cheminée et descend lentement sur les parois des canaux ; un ventilateur placé à la base refoule l'eau en sens inverse. M. Wohlhüter se sert d'une tour en fer garnie de balais de bruyère[1]. L'eau ainsi refroidie par évaporation est recueillie au bas de l'appareil et renvoyée dans le réfrigérant. La quantité d'eau perdue est minime, puisqu'elle se réduit à la quantité vaporisée pour rafraîchir celle qui reste. Ainsi, pour abaisser de 30 à 20° la température de 100 hectolitres d'eau,

TABLEAU V. — Moût réfrigéré. — CARIGNAN.

DATES	Alcool °/₀ en volume	Sucre °/₀ en glucose	Rapport de l'Alcool °/₀ en vol. au Sucre °/₀	Acidité totale en SO^4H^2
18 septembre mise en cuve	»	23.65	»	2.58
21 — 4 h. 1/2 soir	8.8	7.857	0.56	4.38
22 — 7 h. matin	10.0	4.076	0.55	4.28
22 — midi 1/4	10.9	2.39	0.58	4.36
22 — 3 h. soir	11.10	2.06	0.60	4.30
22 — 8 h. soir	11.32	1.833	0.60	4.49
23 — 6 h. matin	11.40	1.693	0.57	4.59
23 — 9 h. matin	11.75	1.424	0.61	4.70
23 — 3 h. soir	12.00	0.714	0.60	4.66
24 — (décuvage)	»	»	»	»

[1] On pourrait encore faire circuler l'eau dans un système de tubes poreux où elle serait refroidie par l'évaporation de celle qui suinte par les pores.

il faut évaporer environ 160 litres d'eau, soit 1,60 °/₀. Dans la pratique, les pertes s'élèvent de 3 à 4 °/₀ [1].

En résumé, les conclusions pratiques qui découlent des recherches et des considérations que nous venons d'exposer sommairement, peuvent être résumées ainsi qu'il suit :

1° *La vinification en Algérie et en Tunisie se distingue de celle de la Métropole par l'élévation de la température qui se produit pendant la fermentation.*

2° *Toutes les fois que la richesse en sucre du moût ne dépasse pas* 18 *à* 20 °/₀, *la fermentation peut s'effectuer complètement sans le secours des réfrigérants, à la condition qu'on ait soin d'encuver les raisins à une température inférieure à* 25°.

3° *Lorsque la proportion de sucre est supérieure à* 20 °/₀, *il faut employer l'un des trois moyens suivants :*

a) *Tirer le vin en transports lorsque la température atteint* 40°. *Dans ces conditions, la fermentation recommence et se termine doucement ;*

b) *Ajouter de l'eau au moût pour ramener la proportion de sucre entre* 18 *et* 20 °/₀ ;

c) *Passer le moût au réfrigérant et maintenir sa température entre* 24 *et* 30° *pendant toute la durée de la fermentation.*

VII

Seconds vins. — En présence de la faveur croissante dont jouissent les vins blancs, beaucoup de viticulteurs emploient une partie plus ou moins grande de leurs raisins rouges à faire du vin blanc. Le moût qui s'écoule librement après le foulage est utilisé à faire du vin blanc, tandis que le reste de la vendange est entonné dans un foudre pour faire du second vin, après addition d'eau.

Lorsque la quantité d'eau a été convenablement calculée, on obtient des « seconds vins » suffisamment alcooliques, colorés et riches en extrait qui ont la plus grande analogie avec les vins ordinaires. Ces vins sont, du reste, vendus pour ce qu'ils sont. Ces produits ne ressemblent donc pas aux seconds vins de France si bien étudiés par M. A. Girard et qui sont obtenus en ajoutant au marc une certaine quantité d'eau et de sucre.

Vins de liqueur. — Pour obtenir des vins liquoreux, il faut des moûts très sucrés. La fermentation se développe lentement et, bientôt, grâce à l'alcool formé et au sucre qui reste encore non transformé, elle s'arrête tout à fait. Le vin est alors doux et alcoolique. Pour en assurer la conservation, on ajoute de l'alcool de vin de manière à porter sa richesse à 18 °/₀ environ.

Si l'on veut conserver dans le vin une plus grande proportion de sucre indécomposé, on mute à l'alcool plus tôt, au commencement de la fermentation, si cela est nécessaire. L'addition de l'alcool doit être suivie d'une forte agitation du liquide pour que le mélange soit bien fait.

L'Algérie et la Tunisie pourraient facilement produire des vins de liqueur similaires à ceux qui nous viennent d'Espagne ou d'ailleurs, et approvisionner le marché français.

Piquettes. — Il est avantageux d'extraire des marcs tout le vin qu'ils retiennent encore malgré les plus fortes pressions. Voici comment on procède : On prend le marc, que l'on émiette avec soin avant de l'introduire dans la cuve et on le tasse couche par couche. On remplit ainsi cinq cuves. On verse ensuite de l'eau sur la cuve n° 1 en ayant soin de la répartir sur toute la surface du marc, jusqu'à ce que le vin commence à couler par le robinet du bas de la cuve. Le petit vin qui coule est porté sur la cuve n° 2 et ainsi de suite. Après addition d'un volume d'eau représentant environ 3,5 fois le poids du marc et distribué en cinq arrosages successifs, le marc de la cuve n° 1 est complètement épuisé et le liquide qui sort de la cuve n° 5 a une composition voisine du vin restant dans le marc. La cuve n° 1, vidée et rechargée, devient la cuve n° 5, et la cuve n° 2 passe au n° 1. Ce lavage méthodique des marcs par déplacement permet de les épuiser d'une façon complète.

Il est préférable, lorsqu'on le peut, de faire communiquer les cuves par un tuyautage disposé de manière à faire sortir le liquide déplacé, qui est plus léger que l'eau, à la partie supérieure.

Les procédés de fabrication des piquettes en France, soigneusement étudiés par M. Müntz, ne diffèrent pas de ceux employés en Algérie depuis plusieurs années.

La fabrication du vin est donc enfin entrée dans une voie rationnelle. On voit que *le problème de la vinification en Algérie et en Tunisie est aujourd'hui résolu dans ses grandes lignes.* On peut produire partout, dans les diverses conditions, des vins bien fermentés et par conséquent d'une conservation assurée.

Mais, si nous sommes parvenus à obtenir des vins sains et de bonne garde, il ne s'ensuit pas que nous devions nous contenter de ce résultat. Nous devons, au contraire, nous efforcer d'améliorer nos produits en perfectionnant nos méthodes de fabrication. La vinification est tellement complexe que beaucoup de points importants restent encore obscurs. Nous travaillerons à les éclairer et à porter la fabrication du vin à ce degré de perfectionnement que tous les viticulteurs souhaitent d'atteindre.

[1] Il semblerait plus rationnel de refroidir directement le moût en le faisant circuler dans des tubes recouverts d'une toile mouillée, mais ce procédé n'a pas encore été essayé.

Pour faciliter notre tâche, il serait très utile d'annexer à la Station Agronomique une cave d'expériences. On trouverait facilement un propriétaire qui se chargerait de fournir les moyens matériels pour exécuter ces sortes de recherches, à la condition de l'indemniser des dépenses supplémentaires qu'elles exigent. Grâce à ce concours simultané, on réaliserait presque sans frais l'établissement d'une station œnologique.

Ce qu'il faut chercher, ce n'est pas à multiplier les stations expérimentales, comme cela a été conseillé quelque part par un auteur évidemment étranger aux recherches agricoles; c'est à doter convenablement celles qui existent pour leur permettre de travailler dans de bonnes conditions.

Nous étonnerons certainement nos lecteurs en leur apprenant que le Conseil Général d'Alger, seul, nous alloue une petite somme pour les essais de vinification. C'est grâce au concours gracieux des viticulteurs, parmi lesquels il convient de citer M. Nelson Chierico, directeur de la Banque d'Algérie, et MM. Pech et Baudoin, que nous pouvons chaque année entreprendre quelques expériences.

VIII

Il nous reste maintenant à indiquer l'importance commerciale de la vinification dans notre colonie, les conditions sociales et économiques qui lui sont particulières, et à formuler à ce point de vue quelques *desiderata*.

Statistique. — Le tableau suivant indique l'étendue du vignoble algérien et sa production pendant les quinze dernières années :

TABLEAU VI

Années	Nombre d'hectares plantés en vigne	Production en hectolitres
1880	23.723	432.519
1881	30.480	288.598
1882	39.767	681.335
1883	45.620	821.584
1884	55.706	890.899
1885	67.403	951.949
1886	74.998	1.053.847
1887	87.795	1.903.011
1888	103.408	2.761.178
1889	106.351	2.578.038
1890	102.783	2.929.686
1891	109.459	1.018.969
1892	111.878	3.002.078
1893	116.392	3.772.778
1894	114.887	3.642.479

Si l'on excepte de ce tableau l'année 1891, qui a été tout à fait extraordinaire, on voit que, depuis l'origine, le vignoble algérien et son produit en vin n'ont cessé de s'accroître d'une façon régulière.

Le tableau montre aussi que le rendement en vin par hectare s'est aussi accru.

Main-d'œuvre. — Il y a deux catégories d'ouvriers employés pour la vendange et la vinification : les Européens et les indigènes. Parmi les premiers, les Français sont malheureusement en trop petit nombre. Le meilleur ouvrier étranger est, sans contredit, l'Espagnol. Il est travailleur, économe et âpre au gain. On le rencontre en très grand nombre dans le département d'Oran et dans une partie de celui d'Alger. Il est remplacé dans le département de Constantine par l'Italien, en Tunisie par le Maltais, qui ont surtout de la valeur pour les travaux à la tâche.

Sans nourriture, le prix de la journée de l'ouvrier européen varie entre 2 fr. 50 et 4 fr., suivant les localités et la nature des travaux, avec un travail effectif de 12 à 13 heures pendant l'été et de 9 à 10 heures pendant l'hiver. Il y a enfin la main-d'œuvre pénitentiaire qui rend des services dans les environs des pénitenciers militaires. La journée d'un pénitencier revient à environ 1 fr. 75.

Les ouvriers indigènes sont Arabes ou Kabyles. Le Kabyle serait préférable à l'Arabe comme fond, activité et intelligence ; cependant ce dernier, bien conduit, est très utilisable ; il est intelligent, fort, mais paresseux : son fatalisme le porte à mener une existence contemplative et lui interdit tout progrès ; il demeure réfractaire aux améliorations qui se produisent autour de lui. Il vit, procrée et se soucie peu du reste. Le Kabyle est plus énergique, industrieux et agricole, et paraît susceptible de coopérer, dans une certaine mesure, à la colonisation.

Il y a encore les Marocains qui, tous les ans, à l'époque des vendanges, arrivent en foule dans la province d'Oran.

Numériquement, les ouvriers indigènes dominent. La main-d'œuvre indigène ne vaut généralement pas, comme qualité dans l'exécution, la main-d'œuvre européenne, mais elle est plus nombreuse et plus économique. Le prix de la journée varie entre 1 fr. 50 et 4 fr., suivant les saisons et la nature des travaux.

Toutes les fois que l'ouvrier indigène n'éprouve pas un pressant besoin de gagner de l'argent, il devient exigeant et exagère ses prétentions.

L'emploi des machines et des instruments actionnés mécaniquement permet de réduire le nombre des ouvriers et sert de contrepoids économique à l'élévation du prix de la main-d'œuvre.

Quoi qu'il en soit, les indigènes forment un appoint indispensable à l'époque des grands travaux. Si, abandonnés à eux-mêmes, ils ne font preuve d'aucune initiative, ils s'acquittent parfaitement des travaux que le colon leur apprend à exécuter chez lui. Quelquefois la main-d'œuvre indigène est même employée exclusivement. C'est ainsi que cela se passe chez le colonel Follet. Mais,

dans la plupart des cas, on utilise concurremment les ouvriers européens et les ouvriers indigènes.

Syndicats agricoles. — Quoiqu'on ne puisse nier l'utilité des sociétés d'agriculture et des comices agricoles, leur rôle, limité à la vulgarisation des bonnes méthodes, ne répond pas complètement aux nécessités actuelles. L'avenir est aux syndicats agricoles, parce qu'ils peuvent rendre des services immédiats et palpables. Ceux-ci ont pour but l'achat en commun des engrais, soufre, sulfate de cuivre, instruments et, en général, de toute matière utile à l'agriculture. Ils ont l'avantage de supprimer autant que possible les intermédiaires coûteux et inutiles.

Il n'existe pas encore beaucoup de syndicats agricoles en Algérie; ce genre d'association n'a pas reçu l'accueil qu'il mérite parmi les colons, sans doute parce que nous sommes dans un pays de grande culture et à population mélangée.

Il y a à Constantine le Syndicat Agricole du département de Constantine; dans la province d'Oran, le Syndicat d'Oran et celui de Constantine: dans la province d'Alger, le Syndicat de Rouïba. Il y en a également quelques autres.

En raison du grand intérêt qui s'attache en ce moment à l'écoulement prompt et facile des produits, les syndicats ont tout intérêt à organiser à côté du service des achats un service des ventes.

Ils peuvent arriver à réaliser une économie dans les frais de transport en obtenant des Compagnies de navigation des conditions plus avantageuses que les prix habituels. Les transports par chargements complets coûtent bien moins cher et présentent de sérieux avantages pour l'expéditeur.

Moyens de transport. — La longueur du réseau algérien exploité, divisé en cinq Compagnies, est de 2.905 kilom. Il faut ajouter à ces lignes les chemins de fer sur route établis par le Conseil Général d'Alger.

Les vins représentent une marchandise encombrante et donnent lieu à un trafic considérable que les Compagnies devraient favoriser. Or, on peut remarquer, en jetant un coup d'œil sur la carte insérée dans cette étude (page 144), que les vignobles sont surtout situés près du littoral, à proximité d'un port d'embarquement, ou sur le parcours des chemins de fer. Avec le système actuel, tel qu'il résulte des contrats consentis par l'État, les Compagnies n'ont pas intérêt à développer le trafic. Des efforts sont faits depuis longtemps par les représentants de l'Algérie pour obtenir la réduction des tarifs qui entravent non seulement l'exportation des vins, mais aussi celle de tous les autres produits agricoles. Il faut cependant reconnaître que quelques Compagnies ont déjà amélioré certains tarifs.

Les transports par eau, sur le littoral, sont plus économiques que les transports par voie ferrée, mais ils sont moins rapides et plus irréguliers.

Quoi qu'il en soit, voici quelles sont, à l'heure actuelle, les conditions auxquelles les différentes Compagnies transportent les vins en fûts :

I. — TARIFS DES CHEMINS DE FER DU P.-L.-M. ALGÉRIEN

Troisième série du tarif général, quel que soit le tonnage.

De 1 à 100 kilom.....	0 fr. 12	par tonne	et par kilom.
101 à 200 —	0 fr. 11	—	—
201 à 300 —	0 fr. 09	—	—
Au delà de 300 kilom....	0 fr. 07	—	—

Les expéditions sont taxées d'après le tarif correspondant au parcours maximum. Les frais de chargement et déchargement sont compris.

La Compagnie possède, en outre, des tarifs *combinés*, qui sont les suivants :

1° D'une gare quelconque du P.-L.-M. algérien à une gare quelconque du P.-L.-M. français.....	15 fr. par bordelaise.
2° D'Alger à une gare quelconque du P.-L.-M. français.....	14 fr. par bordelaise.
3° D'Alger à Paris-Bercy, par chargement de 10 tonnes.....	35 fr. la tonne.

II. — TARIFS DES CHEMINS DE FER DE L'EST ALGÉRIEN

1° Tarif général, sans conditions de tonnage : 0 fr. 13 par tonne et par kilom., plus 1 fr. 50 par tonne pour frais de chargement, de déchargement et de gare.

2° Tarif par chargement d'au moins 5.000 kilog., ou payant pour ce poids :

De 1 à 300 kilom.....	0 fr. 10	par tonne	et par kilom.
Au delà de 300 kilom....	0 fr. 08	—	—

Les frais de chargement et déchargement (1 fr. 50 par tonne) sont à la charge de l'expéditeur.

III. — TARIFS DES CHEMINS DE FER DE BÔNE-GUELMA

1° Tarif général, sans conditions de tonnage.....	0 fr. 13	par tonne	et par kilom.
2° Par wagon chargé d'au moins 4.000 kilog.....	0 fr. 12	—	—
3° Tarifs d'exportation :			
De 1 à 50 kilom.....	0 fr. 09	—	—
51 à 100 —	0 fr. 08	—	—
101 à 200 —	0 fr. 07	—	—
201 à 300 —	0 fr. 06	—	—
300 et au delà.....	0 fr. 05	—	—

Les frais de chargement et déchargement (1 fr. 50 par tonne) sont à la charge de l'expéditeur.

IV. — TARIFS DES CHEMINS DE FER DE LA Cie FRANCO-ALGÉRIENNE

1° Tarif général, sans conditions de tonnage.....	0 fr. 13	par tonne	et par kilom.
2° Tarif spécial, par wagon chargé d'au moins 5.000 kilog. :			
De 1 à 75 kilom.....	0 fr. 13	par tonne	et par kilom.
76 à 150 —	0 fr. 12	—	—
151 à 250 —	0 fr. 11	—	—
251 à 350 —	0 fr. 10	—	—
Au-dessus de 350 kilom.	0 fr. 09	—	—

Les frais de chargement, déchargement et de gare (1 fr. 50 par tonne) ne sont pas compris dans ces tarifs.

V. — TARIFS DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST ALGÉRIEN

1° Tarif général.....	0 fr. 13	par tonne	et par kilom.
2° Tarif spécial (pour la province d'Oran) :			
De 0 à 100 kilom.....	0 fr. 10	par tonne	et par kilom.
Au-dessus de 100 kilom.	0 fr. 08	—	—

Les frais de chargement et de déchargement (1 fr. 50 par tonne) sont à la charge de l'expéditeur.

Quant aux tarifs de fret, d'Alger à Marseille, ils sont compris entre 9 et 10 fr. la tonne.

J. Dugast,
Directeur de la Station Agronomique d'Alger.

LES TRAVAUX DU DERNIER CONGRÈS DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Les Présidents et Secrétaires des Sections du dernier Congrès de l'*Association française*, tenu à Caen, ayant achevé de réunir les Mémoires soumis aux diverses Sections, nous donnons ci-après, grâce à leur concours, l'analyse des travaux les plus importants qui ont été présentés.

(La Direction.)

I. — Sections de Mathématiques, Mécanique, Astronomie et Géodésie.

Les travaux de ces Sections ont été très nombreux et très suivis, au Congrès de Caen. La plupart des membres qui y assistaient ont présenté des communications sur les sujets les plus variés, et il y a eu, en outre, plusieurs mémoires transmis par correspondance. On trouvera plus loin la liste des uns et des autres. Ces études, par leur nature spéciale, ne se prêtent guère, en général, à une analyse, qui risquerait forcément d'être obscure. Mais il y a lieu de signaler la part prise aux travaux mathématiques par des hommes pratiques, tels que MM. Raffard et R. Arnoux; leurs communications sont de nature à intéresser aussi bien les savants s'occupant de science pure que les ingénieurs ayant à appliquer chaque jour les principes de la Mécanique dans l'exercice de leur profession.

On notera aussi la très remarquable invention présentée par M. Genaille sous le nom de *Calculateur*. C'est un appareil d'une extrême simplicité, qui permet d'effectuer rapidement les multiplications ou les divisions les plus pénibles, pourvu qu'on sache simplement additionner trois nombres d'un seul chiffre. Le prix de revient de cet appareil, s'il était construit industriellement, serait des plus modiques, et il paraît difficile d'aller plus loin, au point de vue pratique, dans la voie des perfectionnements. Voilà, du reste, une vingtaine d'années que M. Genaille poursuit patiemment ses travaux et ses recherches; et son nom est bien connu de tous ceux qu'intéresse la question des machines à calculer.

En dehors des communications individuelles, il y avait, avant l'ouverture du Congrès, à l'ordre du jour des séances des première et deuxième sections, trois questions dominantes, formulées de la manière suivante :

Première question. — *Étude des moyens qui seraient de nature à assurer un échange d'idées plus facile et plus suivi entre les mathématiciens des diverses nations, et qui pourraient contribuer ainsi aux progrès des sciences mathématiques et au perfectionnement des méthodes.*

2e Question. — *Exposé de l'état d'avancement des travaux du répertoire bibliographique des sciences mathématiques, à l'époque du Congrès.*

3e Question. — *De l'utilité qu'il y aurait à essayer de mettre plus complètement les mathématiques pures au service des sciences d'application, notamment en ce qui concerne la mécanique.*

La deuxième question ne comportait pas de discussion ni de sanction. Le président, qui est en même temps secrétaire de la Commission permanente du *Répertoire*, a présenté un exposé duquel il résulte que ce travail considérable est en très bonne voie d'exécution, grâce aux concours empressés et dévoués que cette entreprise a rencontrés dans tout le monde mathématique.

Sur la troisième question, les sections ont pris une résolution par laquelle elles émettent le vœu que des publications prennent pour tâche spéciale d'extraire des travaux de Mathématique pure, et surtout de Mécanique analytique, tout ce qui peut présenter un intérêt au point de vue des sciences d'application.

Sur la première question, qui est restée à l'ordre du jour de plusieurs séances, de très nombreuses observations ont été échangées. Elles ont abouti à une importante résolution, un peu trop étendue pour trouver place ici dans son texte entier, mais dont nous voulons au moins reproduire le premier paragraphe :

« Les première et deuxième sections donnent, en « principe, l'adhésion la plus complète au projet de « création de *Congrès mathématiques internationaux*, « et se déclarent dès à présent disposées à appor- « ter tout leur concours aux efforts qui seront faits « dans cet ordre d'idées. »

La résolution contient, en outre, une chaleureuse approbation des tentatives qui se font de toutes parts, en Allemagne, en Italie, en Hollande, en France, etc., sous des formes diverses, pour créer une certaine unité dans l'amoncellement des publications mathématiques, et permettre aux travailleurs de guider leurs pas.

Ce n'est sans doute pas sans un peu d'étonnement que plus d'un lecteur apprendra que les congrès internationaux, si nombreux dans toutes les autres sciences, et dans un grand nombre de

professions, sont encore à créer en ce qui concerne les Mathématiques. Le mouvement qui commence à se créer autour de cette question ne peut manquer d'aboutir.

Voici maintenant la liste complète des communications individuelles faites dans les diverses séances :

MM. Fontaneau : Sur l'équilibre d'élasticité des corps isotropes.

Collignon : 1° Exemples de surfaces et de contours pour lesquels la recherche du point de passage de la résultante des pressions normales également réparties sur chaque élément superficiel, ne conduit à aucun résultat ;

2° Questions de mécanique et de géométrie : Sur l'emploi très fréquent d'un procédé élémentaire.

D'Ocagne : Sur les surfaces de révolution, applicables sur la sphère.

Guimaraes : Note sur les sections planes des cônes quelconques du deuxième degré.

Lemoine : Suite de notes de géométrie.

Delannoy : Sur les arbres géométriques et leur emploi dans la théorie des combinaisons chimiques.

G. Cantor : Vérification, jusqu'à 1000, du théorème empirique de Goldbach.

R. W. Genese : Sur une inégalité trigonométrique.

Démonferrand : Calendrier perpétuel.

Vaschy : Sur les actions en raison inverse du carré des distances.

Fabre : 1° Développement en série des racines d'une équation ;

2° Développement en série des intégrales des équations différentielles linéaires ;

3° Étude sur la construction des courbes planes.

Commt Coccoz : Note sur la construction des carrés magiques avec des nombres non consécutifs.

G. Tarry : Géométrie générale dans l'espace.

D. Gravé : Sur une question de Tchebychef.

Maillard : Contribution à l'étude du problème cosmogonique.

Mannheim : Sur une transformation du conoïde de Plücker.

Laisant : Sur l'extension de l'expression de la dérivée logarithmique d'un polynôme entier.

Fontès : Sur quelques particularités de la suite de Fibonacci.

Raffard : Mouvements louvoyants, comme moyen de vérification de l'équilibre des pièces de mécanique par rapport à leur axe de rotation.

R. W. Genese : Sur l'enseignement des méthodes de Grassmann.

G. Péano : Notions de logique mathématique.

P. Cousin : Sur une extension de la formule d'interpolation de Lagrange.

Frolov : Sur les polygones circonscrits et inscrits.

Ed. Maillet : 1° Sur une propriété des nombres présentée dans un système de numération quelconque ;

2° Sur les carrés latins d'Euler.

Gal Parmentier : Chronologie des marches du cavalier aux échecs conduisant à des carrés semi-magiques.

MM. R. Arnoux : Sur une théorie générale et élémentaire de l'équilibre des appareils industriels.

E. M. Lémeray : A propos d'une question proposée par M. C. Stephanos dans l'*Intermédiaire*.

P. H. Schoute : Sur trois divisions régulières de l'espace à n dimensions.

Neuberg : Notes diverses.

Rév. Simmons : Application de la géométrie à la résolution d'une classe de problèmes relatifs au calcul des probabilités.

H. Genaille : Calculateur pour faciliter les grands calculs arithmétiques.

Raout : Résolution des équations des 2e, 3e et 4e degré, en prenant pour point de départ l'équation identique de Cayley sur les matrices.

Legorni : 1° Sur une équation différentielle du 2e ordre ;

2° Sur les aires des podaires ;

3° Sur la théorie de l'escarpolette.

A. Gob : Transformation d'un quadrangle.

Nous mentionnerons, pour terminer, la présence de M. de Saint-Germain, doyen de la Faculté des Sciences de Caen, qui a très assidûment suivi les séances des première et deuxième Sections, et qui a présenté fréquemment des observations d'un grand intérêt. Les auditeurs lui ont témoigné tout le prix qu'ils attachaient à cette marque de courtoisie et de bonne confraternité.

Enfin, les Sections de Mathématiques, à l'unanimité, ont élu comme président pour le Congrès de Bordeaux, en 1895, M. Rayet, doyen de la Faculté des Sciences de Bordeaux et directeur de l'Observatoire astronomique de la même ville. C'est un choix qui garantit pour l'année prochaine un succès égal au moins à celui qu'on a pu constater au Congrès de Caen [1].

C.-A. Laisant,
Docteur ès sciences.
Président des 1re et 2e Sections.

II. — Section de Physique.

A suivre les travaux de la Section de Physique, on pouvait continuer de vérifier la conclusion du magistral discours d'ouverture de M. Mascart : « Le XIXe siècle, qui va finir, s'appellera à juste titre le siècle de l'Électricité. » Mais de brillantes communications des plus jeunes congressistes apportaient aussi cet espoir que la voie des grandes découvertes du XXe siècle s'orientera vers la Physique physiologique.

Je voudrais, dans ce rapide exposé des séances de la Section, mettre en lumière cette double

[1] Puisque l'occasion m'en est offerte, la direction de la *Revue générale des Sciences* voudra bien me permettre d'en profiter pour remercier très sincèrement les mathématiciens qui, par leur présence ou leurs envois, m'ont rendu la tâche si facile et si agréable, comme président des première et deuxième Sections au Congrès de Caen. La meilleure part de l'heureux résultat obtenu revient surtout à M. E. Perrin, qui avait bien voulu accepter la tâche pénible de secrétaire.

tendance, la physionomie des séances et les efforts accumulés en quatre jours à Caen, matin et soir, pour l'avancement de la Physique.

M. Le Roy : *Pendule de temps moyen et de temps sidéral.* — M. Le Roy présente un régulateur, dont l'axe des aiguilles à temps moyen est associé à un rouage qui conduit l'axe d'un planisphère céleste et lui fait opérer sa révolution en 23 heures, 56 minutes, 4 secondes; en sorte qu'on a ainsi, devant les yeux, à toute heure, une représentation permanente du ciel étoilé visible et la démonstration pratique de la différence qui existe entre le temps moyen et le temps sidéral.

M. Van der Mensbrugghe : *Tension superficielle et évaporation des liquides.* — M. Gossart analyse un mémoire de M. Van der Mensbrugghe [1] sur « la cause commune de la tension superficielle et de l'évaporation des liquides ». L'auteur part de cette idée que, dans l'évaporation d'un liquide qui a sa couche libre sans cesse renouvelée, ce qui préside continûment au nouvel arrangement moléculaire de cette couche libre, c'est l'ensemble des forces moléculaires auxquelles est due la cohésion intérieure. Il fait donc d'abord l'analyse des forces qui créent cette cohésion autour d'un point à plus grande distance de la surface libre que le rayon d'activité moléculaire. Cette analyse montre que, près de la surface libre, dans toutes les directions autres que celles de cette surface, le degré de cohésion est moindre qu'au sein du liquide et que, dans ces directions diverses, les molécules superficielles éprouvent des écartements d'autant plus marqués qu'elles sont plus près du niveau. Le double effet de cet écartement est une force élastique de traction tangentielle (tension superficielle résultante) et dans le sens normal une force élastique, qui, lorsque la cohésion jointe à la pression ambiante ne compense plus la répulsion, détermine le dégagement des molécules hors de la couche. Cette élasticité, développée continûment dans la couche superficielle, sans équilibre stable, exige un travail qu'effectue sans cesse l'ensemble des forces intérieures, avec perte de chaleur liée à ce travail. Les forces figuratrices dérivent ainsi du degré de cohésion intérieure. L'espace me manque pour citer les applications et vérifications expérimentales souvent inattendues de cette théorie très explicite.

M. E. Gossart : *Analyses chimiques par homéotropie.* — M. Gossart indique le degré de sensibilité que peut donner sa méthode d'analyse chimique par roulement de gouttes ou par homéotropie, et les précautions à prendre pour l'atteindre, dans les trois cas étudiés par lui jusqu'ici : dosage de l'alcool dans les boissons spiritueuses, dosage des impuretés alcooliques, dosage des falsifications dans les essences végétales. Il décrit la marche à suivre pour appliquer cette même méthode à une foule d'autres mélanges liquides.

M. Casalonga : *Principe de Carnot.* — M. Casalonga fait une communication sur ce sujet : « Le principe II de la Thermodynamique et le coefficient des machines thermiques. » La discussion a dû nécessairement prendre une allure animée entre l'ingénieur M. Casalonga critiquant l'énoncé du principe de Carnot et la non-influence du corps qui reçoit la chaleur transformable en travail, et le physiologiste M. Broca, qui allait nous donner de belles applications de son *credo* formel : « Les lois de l'Energétique sont absolues. »

M. Demerliac : *Chaleurs spécifiques et de fusion de la benzine.* — Comme point de départ de tout un ensemble de travaux sur les variations de la température de fusion des corps avec la pression, M. Demerliac présente un mémoire où il décrit avec soin toutes les précautions opératoires qu'il a prises pour déterminer à nouveau avec précision la température de fusion 4°,95 et la chaleur de fusion 28c,346 de la benzine chimiquement pure, sous la pression normale. Ce travail a exigé, en outre, la détermination de la formule empirique donnant la chaleur spécifique de la benzine liquide de + 5° à + 30° et, pour obtenir la dilatation considérable de fusion, la loi des densités entre 0° et 20°.

M. Ch. Zenger : *L'électricité. Mouvement hélicoïdal.* — C'est avec un regret tout particulier que nous sommes forcé de restreindre à un court résumé la longue et importante causerie dans laquelle M. Ch. Zenger, membre de l'Académie Impériale d'Autriche, nous expose sa théorie sur la nature du mouvement électrique et son système électrodynamique des mouvements planétaires.

On sait que, d'après l'éminent physicien de Prague, l'électricité en mouvement ne serait autre chose qu'un mouvement tourbillonnaire, en hélicoïdes dextrorsum et sinistrorsum (hélices sur surfaces coniques) qui se rencontrent et se détruisent au milieu de leur passage entre les deux pôles de la décharge d'une machine quelconque. Des électrogravures et des photographies de phénomènes naturels accompagnateurs d'une trombe complètent les démonstrations orales. Captivés par le sujet, auteurs et auditeurs oublient les projections préparées; mais cependant, pour traduire expérimentalement son système électrodynamique des mouvements planétaires, M. Zenger nous fait assister à un mouvement produit dans un champ électrique, mouvement d'induction qui est rotatoire et orbital tout à la fois. Un pendule conique, à boule creuse de cuivre, installé au-dessus d'un électro-aimant,

[1] Extrait du Bulletin de l'Académie Royale de Belgique.

prend ce double mouvement bien déterminé, dès qu'on lance le courant.

M. Belloc : *Formation de l'arc électrique.* — M. Belloc nous répète ses expériences d'allumage de l'arc électrique avec l'étincelle. L'arc électrique peut être provoqué entre deux électrodes distantes de plusieurs centimètres par le passage de l'étincelle d'une machine électrostatique, cet allumage se généralisant d'ailleurs pour toutes les électrodes intercalées dans un long circuit qui parcourt toute la Faculté. M. Belloc explique par là certains cas de foudre qui se sont produits simultanément sur des lignes de distribution électrique et il donne quelques indications sur les variations de la distance d'allumage, suivant la nature des électrodes en présence, la capacité et le potentiel de la machine et le sens du courant formant l'arc.

M. G. Belloc : *Expérience de Grove.* — M. Belloc fait part de l'examen très consciencieux auquel il s'est livré de l'échauffement électrique d'un fil métallique plongé dans différents gaz. Il a fait varier la nature et les dimensions des fils, la nature et la pression des gaz, toutes les données du courant électrique. Ses principales conclusions sont que : le pouvoir refroidissant des gaz décroît toujours avec leur masse ; mais la variation de ce pouvoir, lorsqu'on fait varier la masse et que l'on part de températures successivement croissantes, est constante pour l'acide carbonique et croît beaucoup avec l'hydrogène.

M. René Arnoux : *Appareils portatifs de mesures électriques.* — M. Arnoux présente à la Section un nécessaire pour mesures électriques aussi robuste que portatif. L'organe essentiel est un galvanomètre toujours en installation dans toutes les positions et mouvements brusques de la boîte, si ingénieusement associé à un système de rhéostats, shunts et interrupteurs qu'il se prête immédiatement à toutes les mesures de grandeurs électriques et pour tous usages, tant médicaux qu'industriels.

M. Shoolbred : *L'industrie électrique en Angleterre.* — Cette intéressante conférence avait pour but de prouver, à Caen, ville éclairée par des dynamos Ferranti à courants discontinus de 2.200 volts, que, d'après l'expérience anglaise, les machines à courants continus valent mieux industriellement. Aussi, la démonstration a été faite par de nombreuses courbes tapissant tous les murs de la salle et qui avaient pour abscisse la grandeur temps et pour ordonnée la grandeur monnaie. A la demande de M. Zenger, M. Shoolbred nous communique aussi ses expériences sur l'application des accumulateurs, dits de Genève et du type Tudor.

Puis M. Lecornu veut bien nous résumer les intéressantes explications qu'il avait déjà données dans son usine.

M. Peschard : *Les orgues électriques.* — M. Peschard, avocat à Caen, dont la plupart des congressistes ont admiré les belles collections ethnographiques, après avoir fait l'historique des premières applications de l'électricité aux grandes orgues en France, entre dans la description détaillée du système électro-pneumatique, que, depuis 1860, il a perfectionné avec la collaboration du célèbre organier Barker et qui fut adopté en particulier pour l'orgue de l'église Saint-Augustin à Paris en 1868. Privé de ce concours depuis 1870, M. Peschard a profondément modifié les soupapes électro-magnétiques des tuyaux, qu'il nous montre, ainsi que le moteur, qui consiste maintenant en un soufflet placé à l'intérieur de la laye et qui fonctionne avec une seule petite soupape à double effet.

Après des lenteurs causées par l'antagonisme d'étrangers venus s'instruire chez nous, l'application industrielle commence à se développer et tout fait espérer qu'elle restera française.

M. Tarry : *La plume Edison.* — M. Tarry montre un exemplaire du journal hebdomadaire d'un émir arabe, qui, n'ayant pu se procurer de caractères d'imprimerie, a eu recours avec avantage à la plume électrique perforante d'Edison. M. Tarry fait observer que le procédé est très rapide pour l'impression jusqu'à plus de 2.000 exemplaires.

Dr Broca : *Surface focale dans les systèmes centrés.* — Par une étude théorique des systèmes centrés, le Dr Broca s'est proposé de remédier à ce défaut commun des objectifs de chambre noire et de microscope, qui n'ont pas la même mise au point pour le centre et le bord de l'image, l'image du plan que l'on observe étant une surface à courbure notable.

Étant donnée la possibilité de réaliser un système centré de dioptres jouissant de points aplanétiques au 4me ordre près sur l'axe du système, on trouve qu'ils sont, sur cet axe, les sommets d'une surface pour les points de laquelle les droites de Sturm sont confondues. L'image d'un plan est alors cette véritable surface focale indépendante du diaphragme. L'auteur établit la relation qui doit lier les indices des verres et les rayons de courbure des dioptres, pour que le rayon de courbure de cette surface focale soit infinie ; il trouve que ce résultat a lieu si la puissance totale du système de lentilles de même indice, supposé comprimé jusqu'à une minceur infinie, est nulle. Il a pu faire construire un objectif, vérifiant toutes les conséquences particulières des principes démontrés, l'existence de points aplanétiques au 4me ordre près, l'absence d'astigmatisme sur les bords, l'aplanéité de la surface focale, et il compte remplacer ce premier instrument d'essai par un autre donnant tous les résultats pratiques que promet la théorie.

Dr Weiss : *La puissance des systèmes centrés.* —

M. Broca, au nom du Dr Weiss, nous montre les avantages que présenterait une nouvelle définition de la puissance d'un système centré. Si, au lieu de l'inverse $\frac{1}{F}$ de la distance focale, on considère son produit par l'indice du dernier milieu, on peut alors étendre à un système de lentilles et de dioptres ce théorème commode d'après lequel la puissance d'un système infiniment mince est la somme des puissances des composants. De plus, la nouvelle définition a une signification physique importante : c'est le diamètre apparent de l'image fournie par l'unité de longueur placée au foyer, ou bien le nombre par lequel il faut diviser le diamètre apparent d'un objet infiniment éloigné, pour avoir la grandeur de son image dans le plan focal.

M. Vérick : *Présentation d'un microscope.* — La présentation de l'excellent microscope de M. Vérick est faite par le Dr Broca, qui en a fait à la Faculté de Médecine de Paris une étude approfondie et qui répond à toutes les questions des naturalistes, venus se joindre aux physiciens, comme particulièrement intéressés à constater tous les avantages que présente cet instrument de fabrication française sur les microscopes allemands des types les plus réputés aujourd'hui. Le seul petit inconvénient à citer serait le manque de profondeur de foyer, qualité qui, du reste, est de moins en moins recherchée aujourd'hui et ne s'obtient qu'aux dépens de toutes les autres.

M. Richard : *Le Vérascope.* — M. Richard nous apporte son vérascope, dont il a réservé la description écrite pour les lecteurs de cette *Revue* [1].

M. Maldiney : *Image latente photographique. — Le bromure de potassium modérateur.* — M. Maldiney nous décrit les patientes recherches et délicates expériences, quelques-unes poursuivies par la méthode de Becquerel, qui lui font rapporter à une cause électrique l'image latente photographique, et il nous intéresse aussi, en nous faisant part, comme à la Section de Chimie, de ses études sur l'action du bromure de potassium, modérateur dans le développement des plaques photographiques.

Dr Broca : *Fonctionnement de l'appareil nerveux visuel.* — La célèbre loi de Fechner : « La sensation est fonction logarithmique de l'excitation, ou $\frac{dS}{dI} = \frac{a}{I}$ » n'est-elle qu'une loi psychique ou bien est-elle, dans le cas de la vision, une loi expérimentale ? Tel est le problème que le Dr Broca résout dans le second sens.

Tous ceux qui ont essayé de l'asseoir sur des bases expérimentales se sont appuyés sur cette hypothèse de Fechner plus ou moins voilée : « L'œil perçoit une différence entre deux plages quand la différence des sensations a atteint une certaine valeur indépendante de l'éclairement commun. »

Or, cette hypothèse, qui entraîne la loi, est-elle exacte ? M. Broca prouve qu'elle est très sensiblement exacte, par la critique des mesures astrophotométriques d'Herschell, de Stenheil, des mesures spectrophotométriques de MM. Macé de Lepinay et Nicati et ses propres expériences.

Or, cette hypothèse entraîne mathématiquement la nécessité de l'addition simple des sensations binoculaires, seconde relation qui commande d'ailleurs aussi la première. Une expérience bien simple du Dr Broca intervient ici : Soit un disque rotatif de Masson, présentant un trait noir interrompu; quand le disque tourne, on a des couronnes noires et blanches entre lesquelles la différence d'intensité est inversement proportionnelle à la distance au centre. Quel que soit l'éclairement, si avec l'œil droit on distingue la p^{me} couronne, et avec l'œil gauche la q^{me}, avec les deux yeux la dernière couronne distinguée est toujours la $(p+q)^{me}$. Par application de la loi de Fechner et une analyse mathématique aussi simple que son expérience, l'auteur conclut que la sensation due aux deux yeux est la somme des sensations dues à chaque œil séparé.

Quelle est alors la cause de la diminution du rendement de l'œil, quand l'intensité lumineuse augmente, et qui se traduit par ce fait que la sensation croît comme le logarithme de l'excitation ? La cause est-elle psychique ? Non, les sensations des deux yeux s'ajouteraient avec déchet. Elle réside dans la loi de conservation de l'individu, qui se présente ici sous deux formes : contraction pupillaire et migration du pigment. C'est là que l'auteur voit l'affaiblissement du coefficient de rendement de notre organe visuel, quand l'énergie excitatrice croît.

La loi logarithmique est donc due ici à de multiples phénomènes de l'organisme, d'effet total complexe; c'est une loi empirique comme celle de la compressibilité des gaz.

Dr Broca : *Images accidentelles sur fond obscur.* — Pour justifier son essai de théorie, l'auteur expose les faits incompatibles avec la théorie d'Helmholtz, qu'il a longuement constatés et vérifiés en fixant les corps éclairés avec un obturateur de chambre noire s'ouvrant sans secousse.

Pour des fixations du Soleil, variant de $\frac{1''}{100}$ à $4''$, le temps pour l'apparition de l'image est constant et de $7''$, le temps pour le maximum d'intensité de cette image également constant et de $15''$; la durée totale de l'image est au contraire variable

[1] Voyez la *Revue* du 15 septembre 1894.

avec le temps de pose, depuis 4' jusqu'à 24 heures, accompagnée dans ce dernier cas d'une véritable neurasthénie pour l'observateur. Dans le cas d'une surface faiblement éclairée, le temps pour l'apparition diminue avec l'éclairage ; quant aux changements de couleur de l'image, l'auteur n'a pu rencontrer ces phases fixes signalées par Helmholtz.

Tous ces faits excluent, comme explication, la théorie basée sur la persistance des impressions lumineuses; ils ne peuvent être dus à une réserve d'énergie accumulée pendant l'action de la lumière et restituée quand l'action cesse.

L'auteur cherche alors, dans la rétine qui vient de travailler, une source d'énergie qui puisse rendre compte des particularités du phénomène. Après l'action de la lumière, il y a une action inverse, reconstitution de l'organe usé au moyen de matériaux apportés par le sang. Les capillaires de la membrane de Jacob, après l'impression lumineuse, vident leur sang usé dans les veines et en reçoivent du neuf, ce qui dure d'autant plus que l'impression aura été plus forte. On a donc sur les terminaisons nerveuses même une transformation d'énergie qui se produit et qui doit exciter ces terminaisons.

La sensation lumineuse qui nous donne ces images accidentelles sur fond obscur serait ainsi due à un déchet que subit l'énergie potentielle apportée par le sang, source extérieure, quand s'opère le travail de reconstitution de la rétine.

Dr Guébhard : *Hypothèses sur la physiologie de la vision.* — L'intérêt de ces communications se trouve encore accru par une autre théorie très explicite de la vision, basée sur deux hypothèses physiques, qui nous est apportée ensuite par le Dr Guébhard. La place nous manque malheureusement pour reproduire ici la courtoise discussion entre les deux physiciens-physiologistes qui constatent nombre de points communs entre leurs deux manières de voir, et le Dr Guébhard rentre ensuite dans la physique pure en nous expliquant : « Pourquoi les lointains viennent trop en photographie ».

M. E. Gossart donne une démonstration géométrique élémentaire de la règle qui sert aux minéralogistes pour connaître les directions d'extinction des lames cristallisées en lumière polarisée parallèle.

M. Neyreneuf : *Sur la réfraction du son.* — Le Congrès se termine sur le mémoire de M. Neyreneuf, qui, en sa qualité de Président de la Section, avait voulu céder à tout le monde jusqu'au dernier moment son tour de parole.

Pour l'identification des lois de la réfraction du son à celles de la lumière, M. Neyreneuf s'est servi comme organe réfringent d'une grande lentille d'eau formant la paroi d'une caisse sourde, qui contient un timbre comme source sonore. Un cylindre de 36 centimètres de diamètre et 15 centimètres d'arête, armé de tubulures, a pour bases concaves des lames de caoutchouc. Malgré les pertes d'intensité dues aux réfractions sur les surfaces air-eau, l'auteur peut trouver l'image sonore avec sa flamme sensible. Les résultats les plus nets s'obtiennent par tension et courbure considérables des membranes, qu'on réalise en faisant écouler l'eau, jusqu'à ce que les membranes viennent en contact sur un cercle central bordé par la surface convergente. Quoique les expériences ne se prêtent pas à des mesures précises de longueurs focales et d'indices de réfraction, elles sont réellement concluantes pour la constatation des points focaux.

E. Gossart.
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

III. — Section de Météorologie.

Cette Section s'est occupée de plusieurs des questions qui préoccupent le plus les météorologistes à notre époque.

Il faut, en particulier, signaler les recherches faites pour améliorer nos méthodes de prévision du temps. Un météorologiste persévérant, M. Guilbert, qui habite le Calvados, a montré comment la méthode de prévision, basée presque exclusivement sur l'étude de la forme des lignes isobares, leur espacement plus ou moins grand, peut être beaucoup améliorée par l'observation critique des nuages, ou mieux des successions, différentes de nuages. L'observation des cirrus, préconisée bien souvent, donne, lorsqu'elle est interprétée avec soin, de très précieuses indications sur la position des centres de dépression barométrique situés à plusieurs centaines de kilomètres de l'observateur. Pour prévoir l'arrivée des orages ou la pluie, il faut prendre en considération l'épaississement progressif des nuages qui, de cirro-stratus, passent à l'alto-stratus plus ou moins cumuliforme, c'est-à-dire à un nuage de texture un peu fibreuse, mais assez épais et légèrement mamelonné; ce sont les *masses filamenteuses* de M. Guilbert servant de précurseurs de la pluie. L'auteur a pris l'excellente habitude d'adresser, par carte postale, au président de la Commission météorologique de Caen, les prévisions qu'il établit d'après l'étude de la situation générale de l'atmosphère indiquée par le Bureau Météorologique et d'après les nuages. On peut ainsi vérifier par la suite si ses avertissements se sont réalisés. C'est ce qui se produit dans la grande majorité des cas et, chose remarquable, tandis que le temps semble être au beau stable, M. Guilbert peut annoncer avec succès l'arrivée d'une tempête qui a

pour avant-coureurs des nuages caractéristiques.

Il est hors de doute qu'il y a beaucoup à faire dans cet ordre d'idées; aussi on s'attache à mieux connaître les nuages, et on demande à la photographie d'en fixer les apparences pour arriver à une classification raisonnée de divers types. M. Angot, qui se livre depuis plus de deux ans à des recherches sur la photographie des nuages, a présenté à la Section de belles épreuves (13-18) des cirrus et de leurs dérivés, ainsi que des cumulus orageux; ces épreuves sont obtenues en interposant entre le ciel et la plaque sensible un écran formé d'une auge à faces parallèles renfermant une solution de bichromate de potasse; on peut aussi remplacer cette auge par un simple verre jaune choisi avec soin, ou par des plaques de gélatine colorées à l'éosine, comme M. Garnier, de Boulogne, l'a fait il y a quatre ans.

La photographie rend bien d'autres services: elle permet de fixer l'image si fugitive de l'éclair et en a révélé les innombrables ramifications.

La vue d'un cliché comme ceux que présente M. Marriott, secrétaire de la Société météorologique de Londres, ou de ceux qui sont dus à M. Zenger, le professeur bien connu de Prague, permet de comprendre pourquoi des corps assez voisins d'un paratonnerre sont souvent frappés par la foudre qui se divise en branches nombreuses.

Sur une des vues prises à l'École Polytechnique de Prague, on voit l'ombre de plusieurs monuments se projeter au moment de l'éclair sur le fond du ciel illuminé par le reflet des gigantesques étincelles de la foudre.

On peut encore reproduire par la photographie l'aspet si curieux du givre, du verglas sur les végétaux, l'aspect instantané d'une portion de l'atmosphère traversée par une chute de grêlons, ainsi que cela a été fait à la Société météorologique de Londres.

M. Zenger, qui pense que le Soleil joue un rôle très prépondérant, par voie d'induction électrique, dans les perturbations mécaniques, tempêtes, orages, etc., qui se produisent au sein de notre atmosphère, a trouvé dans la photographie un puissant auxiliaire pour suivre ce qu'il considère comme les effets du Soleil sur notre enveloppe gazeuse. En employant des plaques sensibles chlorophyllées pour la photographie du Soleil, il trouve que l'image de cet astre est entourée à certains jours de zones blanches qui sont généralement d'autant plus accusées que la tempête est plus imminente. Par un beau temps fixe, l'image du Soleil est bien circulaire et ne s'entoure que d'une teinte plus ou moins foncée, mais uniforme, produite par la lumière du ciel. Mais si les zones blanches apparaissent, on peut être assuré que le beau temps sera de courte durée. Dans la pratique, le diagnostic n'est pas aussi certain, parce que le trouble atmosphérique que la photographie permet de soupçonner peut s'atténuer ou se produire loin de l'observateur, mais il reste cependant acquis qu'il y a une corrélation directe entre les divers aspects des images du Soleil et l'état de notre atmosphère; l'interprétation de cette corrélation peut être très différente suivant les vues de chaque savant. M. Zenger voit, dans ces zones, la projection des mouvements tourbillonnaires d'origine électrique se transmettant du Soleil à notre atmosphère; d'autres peuvent y voir un effet optique dû à la présence d'eau sous forme solide, liquide ou même gazeuse dans les hautes régions de l'atmosphère, pénétrant plus haut à l'approche des dépressions barométriques qui sont le siège de vastes courants ascendants. Quoi qu'il en soit, ces phénomènes, signalés il y a plus de dix ans pour la première fois par M. Zenger, méritent d'être étudiés et suivis en divers lieux du globe.

Comme on le voit, le rôle de la photographie en météorologie est multiple. Elle a permis de reproduire l'aspect d'une de ces trombes violentes désignées sous le nom de *Tornado* en Amérique, de photographier des grêlons, des arcs-en-ciel, ainsi que l'a montré M. Mariott, secrétaire de la Société météorologique de Londres : en France M. Richard, pour rendre la reproduction des aspects de ces phénomènes encore plus frappante, vient de construire un petit appareil stéréoscopique, le *vérascope*, qui permet de corriger les défauts dus à l'imperfection des lentilles en regardant les clichés positifs à travers les mêmes lentilles qui ont servi à obtenir les négatifs.

Dans un ordre d'idées tout différent, la Section a entendu avec grand intérêt la lecture d'un mémoire de M. Vidal, professeur d'Hydrographie, sur le mirage marin à Bastia.

Les recherches de M. Vidal ne s'appliquent pas à la théorie du mirage, mais aux circonstances où il se produit et à ses effets sur la dépression de l'horizon. Tandis qu'on croit généralement que le mirage ne peut persister que par un temps calme, M. Vidal montre, par des exemples, qu'à Bastia, pendant la saison froide, le mirage est à peu près permanent et se maintient par coup de vent, probablement à cause de la différence de température entre l'eau et l'air.

L'effet de ce mirage est de produire un aspect inverse de celui de la réfraction atmosphérique quand le décroissement des densités est normal.

Les tables des dépressions apparentes de l'horizon, dont les marins se servent journellement, sont construites dans l'hypothèse d'une surélévation de l'horizon géométrique. Or, d'après la théorie de Biot,

quand il y a mirage, l'horizon est abaissé, la dépression apparente est plus grande que la dépression vraie. Pour le phare du nouveau port de Bastia, visé à une hauteur de 19 mètres au-dessus du niveau de la mer, la dépression causée par le mirage est d'environ 40 secondes d'arc en moyenne. Comme on suppose ordinairement un relèvement à peu près équivalent, on voit que l'erreur commise dépasse 1 minute d'arc, elle atteint même parfois 2 ou 3 minutes. Ces erreurs peuvent produire sur les calculs qui servent à régler les chronomètres, quand on ne prend pas la précaution de descendre à terre pour cette opération, des différences de temps assez sensibles et par suite de grosses erreurs dans les longitudes. Aussi M. Vidal a-t-il fait œuvre utile en signalant ces faits aux marins et aux savants.

Les mouvements généraux de l'atmosphère ont fait l'objet de persévérantes recherches de la part de M. Garrigou-Lagrange. Reprenant l'ordre d'idées développé il y a quelques années par M. L. Teisserenc de Bort, à savoir qu'il existe à la surface du globe un certain nombre de grandes aires de hautes et de basses pressions qui sont en nombre limité, se retrouvant d'une façon persistante et jouant un rôle tel qu'on doit les considérer comme les *grands centres d'action de l'atmosphère*, M. Lagrange a cherché à préciser les transformations que subissent les isobares de chaque jour sur l'hémisphère nord, suivant les déplacements des grands centres d'action de l'atmosphère. Jusqu'ici les lois de ces transformations sont à peu près inconnues, bien qu'elles aient fait l'objet de plusieurs mémoires publiés par d'autres auteurs. M. Lagrange a pensé que l'influence luni-solaire devait jouer un rôle dans la répartition des isobares, puisque la marée lunaire influe sur l'étendue des alizés, comme M. Poincaré l'a démontré. Ces recherches n'embrassent pas encore une période suffisante pour permettre de définir les formes que présentent ces actions ; mais, d'après les premiers résultats obtenus, on peut en espérer de précieuses indications pour la prévision du temps à longue échéance.

Les mouvements tourbillonnaires de l'air ont motivé quelques remarques de la part de M. Guilbert, qui a observé plusieurs trombes dans le Calvados ; ces trombes ont toujours présenté un mouvement tourbillonnaire bien marqué, elles ont coïncidé avec l'existence de ces nuages orageux de forme intermédiaire entre le *cirrus* et le *stratus* désignés par M. Guilbert sous le nom de *masses filamenteuses;* enfin, elles ont été toujours suivies d'une hausse du baromètre, ce qui veut dire qu'elles se produisent d'ordinaire à l'arrière des dépressions barométriques. A propos de leurs effets, plusieurs membres ont fait remarquer combien sont nettes les preuves du mouvement aspiratoire produit par les trombes. M. Teisserenc de Bort, qui a observé plusieurs de ces météores en Algérie et a comparé leurs caractères à ceux des trombes de Dreux et de Maisons-Laffitte, a insisté sur l'analogie qui existe entre ces tourbillons atmosphériques et ceux qu'on peut produire sur une petite échelle à l'aide des appareils de M. Weyher. Dans ces derniers comme dans la Nature, le mouvement vient d'en haut, mais l'air est ascendant et converge vers la base de la trombe pour s'échapper vers le haut. Il a combattu aussi cette opinion que les nuages sont nécessaires à la formation des trombes ; dans les déserts il y a constamment des trombes sans nuages.

A propos des courants ascendants, M. Garrigou-Lagrange a présenté un appareil qu'il vient de construire et qui donne d'intéressants résultats. C'est une sorte de tube de Piteau dont les branches communiquent avec un manomètre différentiel analogue à la boîte élastique d'un baromètre anéroïde. Cette boîte porte un miroir qui réfléchit un rayon lumineux et permet d'accuser ainsi sur un écran toutes les variations de pression causées par l'aspiration de l'air.

L'étude de la température des eaux dans le Sahara a conduit M. Rolland, l'ingénieur des mines bien connu, à quelques déductions curieuses sur l'accroissement de la température avec la profondeur. Il trouve que, dans le Sahara algérien, entre 35 et 30 degrés de latitude, la température des couches terrestres croît réellement en profondeur d'au moins 1 degré pour 20 mètres et souvent plus rapidement encore. Dans l'esprit de l'auteur, ce fait intéressant ne doit pas être trop généralisé avant qu'il ait pu être vérifié en dehors du bassin artésien de l'Ouèd Rhir.

On se plaint souvent avec raison du peu d'étendue de la période pour laquelle on possède des observations météorologiques : c'est à combler cette lacune dans une certaine mesure que se sont attachés quelques chercheurs, parmi lesquels il faut citer tout particulièrement M. l'abbé Maze. En compulsant les vieux ouvrages et lisant des centaines de chapitres traitant de choses diverses, il est arrivé à retrouver des notes précieuses sur le temps pendant l'hiver rigoureux de 1767-68. Le 1er décembre 1767, rapporte la chronique, les arbres avaient encore leurs feuilles ; le 13 il n'y en avait plus. Le froid s'accentua et en janvier le cidre fut gelé, le rhum converti en une sorte de gelée ; sur la côte normande des milliers d'huîtres furent englobées dans un bloc de glace. — Un observateur de Caen a, du reste, fait des observations détaillées pendant les années 1765-1769 ; cette série est très instructive. — Dans le même ordre d'idées, M. Sieur présente un relevé d'anciennes observations faites à Niort depuis 1802 jusqu'à nos jours. — M. Angot

rappelle la série de Poitiers qui s'étend de 1774 à 1819.

Toutes ces recherches, — assez ingrates, car elles ne satisfont pas l'imagination par des aperçus brillants, — offrent au point de vue scientifique un réel intérêt et méritent d'être encouragées.

C'est par ces patients labeurs qu'on arrive à reconstituer l'histoire de l'atmosphère, et, s'il est vrai que, dans le domaine des choses humaines, la connaissance du passé porte avec lui de grands enseignements, combien pouvons-nous espérer de l'étude de la succession des phénomènes de l'atmosphère régis par des lois bien plus fixes que celles des phénomènes sociaux dont l'élément principal, l'Homme, est toujours en progrès.

L. Teisserenc de Bort,
Météorologiste
au Bureau Météorologique de France.

IV. — Section de Chimie.

Malgré le petit nombre de membres qui ont assisté aux séances de la Section de Chimie, les travaux intéressants n'ont pas fait défaut.

M. Friedel a décrit une série de *sulfophosphures* nouveaux, dont la formule générale serait $P^2S^6M^2$, M représentant un métal diatomique tel que le fer, le cuivre, le mercure, l'étain, le plomb, etc. Ces sulfophosphures ou thio-hypophosphates s'obtiennent aisément en chauffant en vase clos des quantités équivalentes de soufre, de phosphore et du métal correspondant. L'opération devant être effectuée à haute température, M. Friedel a dû employer un dispositif spécial pour permettre aux tubes de résister. Ce dispositif consiste à remplir de sable sec la gaine métallique dans laquelle on introduit le tube scellé. Ce dernier doit occuper seulement la partie médiane de la gaine, de façon que les extrémités de celle-ci puissent être fermées par un bouchon de liège, et qu'on n'ait pas à les chauffer. Le tout est placé sur une grille à combustion.

Les divers sulfo-phosphures que M. Friedel a obtenus sont presque tous cristallisés, mais plus ou moins altérables, suivant la nature du métal qu'ils renferment. L'acide azotique et le chlorate de potasse les attaquent très facilement. La potasse et l'eau en décomposent quelques-uns. Ils sont donc sensiblement moins stables que les sulfo-arséniures et les sulfo-antimoniures connus et semblent avoir une constitution un peu différente.

Mentionnons ensuite une communication de M. Despierres sur *un composé renfermant du phosphore lié à l'azote*, et auquel il attribue la formule :

$$C^7H^7P\left\langle\begin{matrix}AzHC^6H^5\\AzHC^6H^5\end{matrix}\right..$$

Ce corps a été obtenu en traitant le chlorure de phosphocrésyle $C^7H^7PCl^2$ par l'aniline. Il présente un certain intérêt, en ce sens qu'on pourrait le transformer, par perte d'une molécule d'aniline, en une sorte de diazoïque dans lequel un atome d'azote serait remplacé par un atome de phosphore :

$$C^7H^7.P = AzC^6H^5.$$

M. Despierres a perfectionné, d'autre part, le procédé de préparation du chlorure de phosphényle. Ce dernier se prépare en chauffant du mercure phénylé avec du trichlorure de phosphore. L'opération ne fournit un bon rendement que lorsqu'elle s'effectue sous pression réduite.

L'action du chlorure d'aluminium ou des chlorures métalliques anhydres sur les divers composés organiques (carbures, acétones et chlorures, etc.) a donné lieu, comme on le sait, à un grand nombre de synthèses très intéressantes qu'on a expliquées par la formation intermédiaire de composés d'addition. Cette explication, fort plausible, du reste, n'avait guère été appuyée par des faits d'expérience; nous sommes redevables à M. Perrier, préparateur à la Faculté de Caen, d'avoir entrepris l'étude de ces réactions compliquées, et d'avoir isolé un très grand nombre et une très grande variété de ces combinaisons intermédiaires. Mentionnons, entre autres, celles du chlorure d'aluminium avec les acétones grasses ou aromatiques, les carbures aromatiques, le cyanogène, etc. Ce sont des matières très bien cristallisées, mais extrêmement instables. L'eau et les divers réactifs les décomposent instantanément, en donnant naissance aux mêmes composés que l'on obtient par l'action directe du chlorure d'aluminium sur les deux substances mises en réaction. L'analyse de ces composés a prouvé que ce sont de véritables produits d'addition.

M. de Rey-Pailhade a continué ses recherches sur le *philothion*. Le philothion serait une partie constituante de la plupart des matières organisées végétales et jouirait de la faculté de dégager de l'hydrogène sulfuré, lorsqu'on triture ces matières avec du soufre. La chaleur, l'alcool et certains réactifs lui enlèvent cette propriété. Sans mettre aucunement en doute les résultats présentés par M. de Rey-Pailhade, il nous semble que les propriétés qu'il a décrites ne sont pas suffisamment caractéristiques pour faire du philothion une substance spéciale, différente de la chlorophylle ou des sucs végétaux déjà connus.

Parmi les travaux les plus intéressants qui aient été présentés à la Section, nous citerons celui de M. Barral, préparateur à la Faculté des Sciences de Lyon. L'action prolongée du chlore sur le phénol fournit, entre autres produits, un *hexachloro-*

phénol α dont la constitution était douteuse. M. Barral l'a élucidée complètement en traitant cet *hexachlorophénol* par le perchlorure de phosphore; il a obtenu ainsi un *dichlorure de benzène hexachloré* C^6Cl^8 que l'acide azotique transforme en *quinone tétrachlorée* $C^6Cl^4O^2$. Il résulte de cette réaction que le chlorure C^6Cl^8 possède la constitution :

puisque la quinone tétrachlorée a pour formule :

L'hexachlorophénol α est lui-même une quinone chlorée :

ce qui explique sa facile transformation en chloranile en présence de l'eau et des acides.

En chlorurant le phénol à saturation, en présence de perchlorure d'antimoine, M. Barral a obtenu un mélange d'*octochlorophénols* C^6Cl^8O très difficiles à séparer; il a isolé l'un d'eux, qui fond à 89,5-90° et que l'acide sulfurique fumant transforme en un corps C^6Cl^6O à odeur camphrée et isomère de l'hexachlorophénol α.

M. Desgrez, docteur ès sciences, a fait part à la Section de ses intéressantes recherches sur l'*hydratation des carbures acétyléniques*, vrais ou substitués, par l'eau sous pression et à haute température. L'acétylène a fourni ainsi de l'aldéhyde, et les autres carbures des acétones. L'opération se fait dans des sortes d'autoclaves de forme tubulaire, qu'on chauffe à 325° pendant quelques heures.

L'hydratation de l'acétylène présentait certaines difficultés, étant donnée la nécessité d'opérer sur des quantités un peu considérables de gaz. M. Desgrez a résolu le problème d'une façon fort ingénieuse, en employant, au lieu de charbon de bois ou de chlorure de calcium saturé d'acétylène, de l'acide acétylènedicarbonique, qui se décompose sous l'action de la chaleur en acétylène et acide carbonique dont la présence ne gène pas.

Disons enfin que M. Desgrez a constaté la formation des deux acétones isomères chaque fois que la théorie le prévoyait, c'est-à-dire dans le cas de l'hydratation d'un carbure asymétrique $RC = CR'$.

Une deuxième communication a été faite par M. Desgrez sur des expériences qu'il a entreprises récemment pour *fixer le cyanogène sur divers carbures aromatiques*, en présence de chlorure d'aluminium. Il a obtenu ainsi avec le benzène le nitrile benzoïque; avec le toluène il se forme principalement du nitrile para-toluique. M. Desgrez se propose d'essayer la même réaction sur d'autres corps que les carbures, sur le benzonitrile, etc.

La *Chimie physique* n'a fait le sujet que d'une seule communication. M. Freundler, docteur ès sciences, a rappelé brièvement les résultats qu'il a obtenus en étudiant l'influence des dissolvants halogénés et des carbures aromatiques sur le pouvoir rotatoire des éthers tartriques tétrasubstitués. Des mesures cryoscopiques, effectuées simultanément avec les mêmes dissolvants, lui ont permis de formuler une relation qui semble être générale et qui est la suivante :

Lorsqu'un dissolvant altère le pouvoir rotatoire d'un corps dissous, il se passe dans la solution un phénomène quelconque (combinaison moléculaire, polymérisation, dissociation) dont l'existence est révélée par des anomalies cryoscopiques. De plus, le chiffre du pouvoir rotatoire varie avec la concentration; il ne varie pas sensiblement, et les chiffres cryoscopiques sont normaux lorsque le dissolvant n'influe pas sur la valeur de (α) D.

Ces relations peuvent servir de confirmation générale à la loi de Biot; elles ont de plus, une utilité pratique, en ce sens qu'elles permettront de connaître le pouvoir rotatoire réel d'une substance solide.

Mentionnons encore deux courtes communications : la première de M. Maldiney, préparateur à la Faculté des Sciences de Besançon, sur un *bromure double d'argent et de potassium* $AgBr.2KBr.3H^2O$, qu'il a obtenu en exposant un plaque photographique à l'action d'une solution de bromure de potassium à 2 %. Le point intéressant est que ce composé, qui est soluble dans l'eau, se forme même lorsque le bromure d'argent a été exposé à la lumière; on peut donc sauver par ce moyen une plaque qui a été surexposée.

Enfin M. Brissonnet, préparateur à la Faculté de Besançon, a présenté à la Section quelques recherches sur les *alcaloïdes des quinquinas*, en particulier sur la transformation de la cinchonine en quinine, par l'intermédiaire de la cupréine. Cette transformation se fait, soit par voie chimique (action de l'alcool iodé sur la bromo-cinchonine), soit par voie microbiologique. M. Brissonnet pense avoir obtenu déjà le terme de passage, la cupréine, et cela sous l'influence de certains ferments.

Avant de clore ses travaux, la Section a émis un vœu pour obtenir la mise en discussion, au Con-

grès de Bordeaux (1895), d'une question assez importante : celle de la fixation du genre des diverses fonctions chimiques, aldéhyde, aldose, oxime, etc. On sait qu'il règne sur ce point un grand désaccord dans le monde scientifique. Dans le cas où ce vœu serait pris en considération par le Conseil, la sous-commission française de la nomenclature serait chargée de préparer un rapport sur la question.

La Section a enfin procédé aux élections d'usage : M. Ch. Lauth a été réélu membre du Conseil d'administration, M. Grimaux, délégué à la commission des subventions, et M. Alph. Combes, maître de Conférences à la Faculté de Paris, président de la 6e section pour le Congrès de Bordeaux.

Ch. Freundler,
Docteur ès sciences,
Secrétaire de la Section de Chimie.

V. — Section de Géologie.

La Section de Géologie a été vivement émue en apprenant au début de ses séances la mort de M. Cotteau, correspondant de l'Institut, un des membres les plus fidèles des Congrès de l'Association française, plusieurs fois président de la Section de Géologie. L'on sait que M. Cotteau s'était fait une spécialité de l'étude des Échinides fossiles, que notamment il a fait connaître presque toutes les espèces françaises et qu'il mettait avec la plus grande affabilité à la disposition de tous ses connaissances si vastes sur un sujet si spécial.

Avec M. Cotteau disparaît l'un des derniers représentants du Comité fondé pour continuer la Paléontologie française de d'Orbigny, et il est à craindre que cette importante publication ne vienne à disparaître. Cependant combien reste-t-il encore de formes fossiles à faire connaître ! En Normandie seulement, M. L. Brasil signale et décrit un certain nombre d'*Ammonites nouvelles ou peu connues du Jurassique inférieur*. Dans un premier fascicule de ses *Contributions à la Faune jurassique* de Normandie, M. Bigot avait fait connaître les espèces du genre *Trigonia;* le deuxième fascicule, présenté à la Section, donne la description des espèces du genre *Opis;* dans le troisième, MM. Bigot et L. Brasil font connaître la faune très variée d'un riche gisement Astartien qui leur a été signalé par M. Moisy, et dont les fossiles, ensevelis dans des sables, dans des conditions de conservation qui valent celles des meilleurs gisements tertiaires, permettent d'augmenter notablement le nombre des espèces des sables de Glos décrites depuis longtemps par Zittel et Goubert. — Parmi les communications relatives à la Paléontologie, citons encore les notes de M. Péron *sur les Brachiopodes du Crétacé supérieur de Ciply* (*Belgique*), de M. Cossmann, sur *quelques formes nouvelles ou peu connues des faunes du Bordelais*, de M. Lennier, *sur les ossements quaternaires recueillis aux environs du Havre.*

La géologie stratigraphique comprenait le résumé des *études de géologie sur le bassin de Paris*, résultant des recherches effectuées par M. Ramond plus spécialement sur de grands travaux publics en cours d'exécution. M. Bourgeat a cherché à appliquer à la *classification du carbonifère du Nord* la théorie des faciès coralligènes. — M. le Dr Guebhard a fait connaître la disposition octogonale des *plissements dans la région de Saint-Vallier.*

Les études de M. Emile Belloc *sur la formation des lacs glaciaires* et de M. Ferray *sur les rivières souterraines du département de l'Eure* touchent à la géologie actuelle. Lors de l'élaboration du projet d'adduction des eaux de l'Avre à Paris, on se souvient, sans doute, des enquêtes auxquelles donna lieu la recherche des points de réapparition de cette rivière qui possède en partie un cours souterrain. M. Ferray s'est occupé de déterminer, surtout avec l'aide des matières colorantes, les points de réapparition de cette rivière, de celles de l'Eure et de l'Iton qui présentent le même phénomène ; il a pu constater aussi que la disparition de ces cours d'eau ne se faisait pas d'une façon brusque, que leur débit s'affaiblissait peu à peu, qu'elles s'étaient creusé un véritable court souterrain, avec lit de gravier, et enfin qu'elles sont certainement alimentées en profondeur par de véritables affluents dont l'apport augmente notablement le débit du cours d'eau à sa sortie. M. Bigot a rappelé d'autres exemples de rivières de la Basse-Normandie ainsi bues par le sous-sol et fait ressortir l'intérêt de la coupe donnée par M. Ferray pour montrer l'importance du travail chimique des eaux souterraines, amenant la formation en profondeur de véritables argiles à silex semblables à celles des plateaux.

Dans le domaine de la géologie appliquée M. David Levat a fait connaître les *gisements de phosphate de chaux et de calamine de la Tunisie ;* M. Pallary, les *formations de phosphates de chaux du quaternaire algérien* et le *phosphate d'alumine du territoire de la commune de Misserghin* (*Algérie*).

Une des communications les plus importantes au point de vue de l'intérêt général de la population des villes est celle de M. Lennier. En présentant la *carte géologique de la ville du Havre*, M. Lennier a montré quel rôle joue dans la conservation des germes épidémiques la nature du sous-sol. Le Havre est bâti en partie sur le flanc d'un coteau formé par des éboulements crétacés, et surtout sur une plaine d'alluvions, déposée en arrière du cordon littoral sur lequel s'élève le quartier du Perrey.

Au Perrey, habité par une population pauvre, entassée dans des habitations insalubres, les maladies épidémiques sont à peu près inconnues. Par une autre anomalie dont M. Louis Olivier a contribué à faire connaître les causes, les quartiers hauts, en dépit des prévisions théoriques, se présentent dans la pratique comme des plus favorables au développement des maladies épidémiques. La raison en est que, par suite de l'impossibilité d'un drainage naturel, le sous-sol est contaminé, tandis qu'au Perrey la mer, pénétrant facilement entre les galets de l'ancien cordon littoral, assure la propreté du sous-sol par un lavage quotidien. On comprend dès lors de quelle importance est pour l'hygiène d'une ville la connaissance de son sous-sol et que la Section, sur la proposition de M. Lennier, ait émis le vœu *qu'il soit procédé à l'établissement de la carte géologique détaillée des villes et que, pour faciliter ce travail, chaque fois qu'une excavation sera faite sur le territoire d'une ville, avis en soit donné à la personne chargée de l'établissement de la carte.*

En dehors des séances consacrées aux communications, la Section, dans une excursion à May-sur-Orne et Bretteville-sur-Laize, a pu en une seule journée se rendre compte de l'intérêt que présentent pour les études géologiques les environs de Caen, avec leurs terrains si variés, leurs récifs jurassiques, leur richesse fossilifère. Les membres ont pu admirer dans les collections de la Faculté des Sciences et dans la collection Deslongchamps les riches séries locales, avec leurs fossiles si bien conservés, et surtout les Vertébrés, Poissons et Reptiles, recueillis dans le Bathonien et le Lias supérieur des environs de Caen.

A. Bigot,
Professeur de Géologie
à la Faculté des Sciences de Caen.

VI. — Section de Zoologie.

M. Armand Sabatier a fait une communication sur quelques points obscurs de la spermatogenèse des Sélaciens. Il démontre que les capsules dans lesquelles se formeront les spermatozoïdes sont le résultat de la multiplication amitotique des noyaux et cellules constituant non un épithélium proprement dit, mais une bande de tissu conjonctif plus ou moins épaisse.

Chaque noyau acquiert une zone protoplasmique propre, et alors commencent les divisions mitotiques. Chaque cellule ainsi constituée subit deux divisions successives : les petites cellules résultant de la dernière division formeront les spermatozoïdes.

Ces spermatozoïdes une fois formés, une nouvelle génération de spermatozoïdes tendrait à se produire. C'est alors que prennent naissance la « cellule basale » et le « corps problématique », qui ne seraient pas autre chose que les deux noyaux résultant d'une première division amitotique d'une nouvelle génération de spermatozoïdes. Cette génération s'arrête là, d'ailleurs, car la capsule spermatique va se détruire peu à peu.

M. Jourdain expose le résultat de l'étude qu'il a entreprise du Trombidion. Il insiste particulièrement sur deux organes (organes de l'olfaction et de l'audition ?) situés vers l'extrémité antérieure de cet Acarien. Il signale les différences très intéressantes qui existent entre la larve et l'adulte, différences portant sur le nombre des pattes, la forme et le nombre des ongles, la structure des mandibules et des mâchoires.

M. Henri Gadeau de Kerville entretient la Section de la triplicité du cæcum chez les Oiseaux ; il a observé la présence de trois cæcums de dimensions presque égales, de même structure, et débouchant à la même hauteur dans l'intestin par un orifice spécial, chez deux canards domestiques adultes et chez une poule domestique, également adulte. Ces trois animaux étaient atteints de pygomélie, monstruosité relativement peu rare chez les Oiseaux.

M. Gadeau de Kerville pense qu'il s'agit là d'un de ces cas fréquents d'anomalies par augmentation du nombre des parties ; peut-être aussi peut-on supposer que ce cæcum surnuméraire est un caractère ancestral, produit par atavisme.

M. Fauvel signale quelques cas d'asymétrie chez les Insectes coléoptères. Il cite, à ce propos, comme présentant une asymétrie *spécifique :* trois *Osorius* de Madagascar, deux *Platydema*, l'une de Ceylan, l'autre de l'île Damma (Timor) ; un *Diamerus*, de Guinée ; enfin une *Doubledaya* du Japon. M. Fauvel cite aussi un cas d'asymétrie *générique*, offert par le genre *Phytolinus* du Japon, et quatre cas d'asymétrie dans les genres *Amblystomus*, *Badister*, *Orescius et Licinus*, qui forment la tribu des Licini dans la famille des Carabides.

Dans tous ces cas, l'asymétrie constitue un caractère fixe et invariable des espèces, du genre et de la tribu, et n'a rien de commun avec les phénomènes tératologiques.

M. Sirodot présente des photographies d'un squelette de *Lophius piscatorius* de grande taille qu'il a fait préparer en conservant les ligaments. Il formule quelques considérations intéressantes sur la signification des diverses parties du squelette, et notamment : de la face, de l'appareil operculaire, des tentacules supérieurs et des nageoires pectorales.

M. Künckel d'Herculais, assistant au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, fait deux communications : l'une sur l'histoire biologique des Insectes

diptères qui vivent en Algérie aux dépens des Orobanches; l'autre, sur les invasions des sauterelles dans l'Afrique du sud.

M. Joyeux-Laffuie entretient la Section de Zoologie des observations faites par lui sur deux *Hyperoodon* (*H. rostratus*) échoués à Beuzeval (Calvados). M. Joyeux-Laffuie a surtout étudié le squelette et les dents de ces Cétacés, sur lesquels il fournit de précieux renseignements.

M. Adrien Dollfus signale des cas de dimorphisme sexuel chez les Crustacés Isopodes terrestres (*G. Hemilepistus et Mesoponathus*). Il présente ensuite une note sur les Idoteidæ des côtes de France; les espèces des côtes françaises appartiennent, d'après lui, à trois coupes génériques : *Leptosoma*, *Idotea*, *Zenobia*; elles sont basées sur le degré de coalescence des segments du pléon avec le telson.

Dans une dernière communication, M. Adrien Dollfus donne la liste des Crabes et des Bernard-l'Ermite de la faune européenne qui, provenant en majeure partie des collections E. Simon et Dollfus, se trouvent actuellement au Muséum du Havre; il cite 90 espèces, plus une vingtaine de formes non encore déterminées.

M. J. de Rey Pailhade se demande comment et où se fait la combinaison chimique de l'oxygène avec les matières constitutives de l'être vivant. Pour lui, les matières avides d'oxygène proviennent des cellules et sont combinées soit : 1° dès leur excrétion des éléments anatomiques; soit 2° au sein même de ces éléments.

Il se fait aussi, d'après l'auteur, une fixation d'oxygène par les parties internes de la cellule, et cela, au moyen du *philothion*, substance qui existerait abondamment dans tous les éléments anatomiques; ce philothion serait, comme l'hémoglobine du globule rouge vivant, insoluble dans le plasma sanguin; il se combine à l'oxygène libre à la température physiologique des êtres vivants.

M. Calvet a étudié les Bryozoaires marins de la région de Cette, située entre Agde et Palavas. Il donne la liste de 105 espèces, nombre qui dépasse de beaucoup le chiffre qui a été publié dans les catalogues établis jusqu'ici, sur les différents points des côtes françaises.

Parmi ces espèces, quelques-unes n'avaient pas encore été signalées dans la Méditerranée. Cette liste, encore incomplète, renferme plusieurs espèces qui n'ont peut-être pas encore été décrites.

M. Calvet se propose de compléter ce travail dans le courant de l'année.

M. A. Villot adresse à la Section de Zoologie une note sur « le Polymorphisme des Gordiens ». L'auteur étudie en détail le phénomène de la chitinisation des téguments; il montre que, sous son influence, la forme des diverses parties du corps se modifie, et relève de nombreuses erreurs commises par les naturalistes qui avaient pris pour des caractères spécifiques de simples différences d'âge.

M. A. Caraven-Cachin adresse le catalogue des Poissons des eaux douces du département du Tarn; cette liste contient 22 espèces.

M. Etienne de Rouville présente un Siphonœcetes nouveau (*Siphonœcetes Sabatieri*) pêché dans l'étang de Thau, à une profondeur de 4 mètres. Cette espèce est caractérisée par des différences de structure du rostre, du flagellum, de l'antennule, des gnathopodes et des uropodes (les extrémités pédonculées des deux dernières paires d'uropodes étant découpées en dents de scie); de plus, seule des espèces des Siphonœcetes actuellement connues, elle se loge dans une coquille (*Bittium paludosum*; *B. scabrum*; *Rissoia ventricosa*, *R. subventricosa*, *R. marginata*) avec un prolongement artificiel, un tube formé de fragments divers et allongeant la coquille.

Dans une seconde communication, M. de Rouville étudie le mode de remplacement des cellules épithéliales de l'intestin moyen de l'*Hydrophilus piceus* et du *Dytiscus marginalis*. Contrairement à l'opinion de Rizzozero, il croit à une origine conjonctive sous-épithéliale de ces cellules de remplacement, ces jeunes cellules se divisant d'ailleurs, directement (amitotiquement).

Avant de se séparer, la Section de Zoologie, frappée des inconvénients graves qui résultent du retard apporté par les formalités à remplir avant la vente et la prise de possession des Cétacés échoués sur la plage, a émis à l'unanimité le vœu suivant :

« Qu'il soit fait auprès des ministères compétents (ministère de la Marine, et ministère de l'Instruction publique) des démarches pour que les délais réglementaires soient très raccourcis ou même supprimés, et que les hommes officiellement compétents soient mis en mesure de se livrer immédiatement à l'étude et à la préparation des Cétacés échoués, en vue des intérêts de la Science et de la conservation de pièces qui deviennent de plus en plus rares et précieuses ».

La Section de Zoologie nomme *Président* de la Section pour le Congrès de l'Association française, qui se tiendra en 1895 dans la ville de Bordeaux, M. le Professeur J. Pérez, de l'Université de Bordeaux.

Pendant le cours de la session, plusieurs membres de la Section de Zoologie ont répondu aux invitations de MM. les Professeurs Edmond Perrier, du Muséum, et Joyeux-Laffuie de Caen, et ont visité les laboratoires maritimes de Saint-Vaast-la-Hougue et de Luc-sur-Mer.

Etienne de Rouville,
Chef des Travaux zoologiques
à la Faculté des Sciences de Montpellier.

VII. — Section de Botanique.

M. Radais signale dans le tégument des graines de Sapins, de Cèdres et de Ginkgo deux faisceaux libéro-ligneux longitudinaux, opposés l'un à l'autre, analogues à ceux qui ont déjà été signalés chez les Taxoïdées, mais à structure concentrique. Une intéressante discussion s'engage au sujet des conséquences à tirer de ce fait relativement à la valeur morphologique du tégument ovulaire et aux affinités des Conifères et des Gymnospermes. Y prennent part MM. Poisson, M. Cornu, Léger, Lignier.

M. Battandier cherche à reconnaître par l'étude de l'aire des plantes actuelles les modifications qu'a subies la flore d'Algérie, aux époques récentes, sous l'influence des variations climatériques et de l'extension du Sahara. Ses observations le mènent à penser qu'en général les plantes, soit indigènes, soit d'origine européenne, ont émigré vers le nord à mesure de l'extension du Sahara. Toutefois certaines autres, européennes ou orientales, semblent au contraire avoir pénétré vers le sud. C'est avec la flore d'Espagne que la flore algérienne présente le plus d'affinités.

MM. B. Renault et C.-Eg. Bertrand ont trouvé dans les schistes bitumineux d'Autun, dans des coprolithes rapportés à l'*Actinodon Frossardi*, une bactérie très abondante qu'ils dénomment *Bacillus permiensis*. Ce bacille est très polymorphe : il peut prendre les formes suivantes : bacille rectiligne, isolé ou couplé en diplobacille, bacille en virgule ou même spirille, chaînette de grains arrondis ou streptobacille.

M. C.-Eg. Bertrand décrit une plante à structure conservée du houiller moyen. Son stipe dorsiventral porte deux rangées de petites frondes, dont les inférieures plus grandes. Chaque fronde supporte une petite ligule. Le stipe ne renferme qu'un seul faisceau qui est médian, bipolaire, à lame ligneuse horizontale ; les faisceaux frondaires s'en détachent obliquement de chaque côté des pôles trachéens. Tous ces caractères sont ceux des Sélaginelles ; cependant l'auteur donne à cette plante le nom de *Miadesmia membranacea*, parce qu'il ne connaît ni les porte-racines ni les sporanges.

M. Queva a étudié des galles formées par l'*Heterodera radiciola* sur des racines et des tubercules de *Dioscorea illustrata*. Le nématode se tient toujours à la périphérie du faisceau libéro-ligneux et sa présence amène la formation de certaines particularités anatomiques, parmi lesquelles la formation de cellules géantes et plurinucléées, semblables à celles qui ont été signalées dans des cas analogues. L'action de l'*Heterodera* ne se montre ni nuisible ni utile à la Dioscorie.

M. Radais présente et explique un nouveau microtome automatique de son invention. Ce microtome, remarquable par sa précision et sa régularité, réalise certainement un grand progrès sur ceux déjà connus.

M. Guignard signale l'existence, chez le Manihot, d'émulsine capable de dédoubler l'amygdaline. De même que la papaïne des Papayers, ce ferment est localisé dans le latex.

M. Radais expose une nouvelle méthode de préparation du carmin boraté qui permet de traiter ensuite les coupes par l'alcool absolu, sans amener la formation d'un précipité du carmin.

M. Cornu montre que, dans la noix de Kola du Congo, l'embryon possède ordinairement 4 à 5 cotylédons, tandis que dans celles du Niger il n'en a que deux. En outre, de jeunes plantes, nées de ces deux sortes de noix, ont montré des feuilles différentes et différemment distribuées. Les deux espèces doivent donc être distinguées : il propose pour celle du Congo le nom de *Kola Ballayi*.

M. Blanc expose les merveilleux résultats obtenus par les Russes dans la culture du coton au Turkestan ; la cause en est dans le choix de l'espèce et dans le mode d'arrosage. Il croit que la même espèce et les mêmes procédés pourraient admirablement réussir au Sénégal.

M. Lignier a reconnu que la nervation dichotomique n'est pas, comme on le croit ordinairement, exceptionnelle chez les Cycadacées, mais qu'elle est au contraire la règle. C'est là un nouveau point de rapprochement des Cycadacées avec les Fougères archéoptéridées.

Autres Notes communiquées ou analysées.

MM. Battandier : Considérations sur les plantes réfugiées ou en voie d'extinction de la flore algérienne.
Belloc : Note sur la flore algologique d'eau douce d'Islande.
Daniel : Etude anatomique sur les débuts de la soudure dans la greffe.
Queva : Anatomie de la tige de la Vanille (*Vanilla planifolia*, Andr).
Niel : Remarques sur la végétation des vases de la Seine.
Dufour : Influence du sol sur les parties souterraines des plantes.
Gain : Influence de la sécheresse sur la propagation et la multiplication de l'espèce chez les végétaux herbacés.
Blanc : Sur une plante textile de l'Asie centrale.
Joret : Pereisc et Charles de l'Ecluse.
Heim : Organogénie florale du *Diospyros Lotus*.
Heim : Sur les genres *Euptelea* et *Eucommia*.
Parmentier : Histologie comparée de Magnoliacées.
Gauchery : Note sur un hybride obtenu expérimentalement entre le *Papaver Rhœas* et le *P. dubium*.
Geneau de Lamarlière : Sur l'état œcidien du *Cronartium flaccidum*.
Russel : Contribution à l'étude de l'influence du climat sur la structure des feuilles.

MM. Ed. Bonnet : Recherches historiques, bibliographiques, etc., sur quelques *Doronicum*.

Eug. Mesnard : Recherches sur le mode de dégagement des odeurs en présence des agents extérieurs.

O. Lignier,

Professeur de Botanique
à la Faculté des Sciences de Caen

VIII. — Section d'Agronomie.

Les travaux de la Section d'Agronomie, présidée par M. Houzeau, directeur de la Station agronomique de la Seine-Inférieure, ont présenté un très grand intérêt, tant par la diversité des communications qui y ont été faites, que par l'importance des sujets à l'ordre du jour. Nous nous bornerons à un très court aperçu des travaux soumis à la Section.

M. Künckel d'Herculais présente l'ouvrage intitulé : *Le Pays du Mouton, les conditions d'existence des troupeaux sur les Hauts-Plateaux et dans l'Extrême Sud.* Ce livre considérable, publié par ordre de M. J. Cambon, Gouverneur général de l'Algérie, est la synthèse d'une grande enquête, qui permet de se rendre compte des problèmes multiples que soulève la question du mouton. L'ouvrage comprend, entre autres, une description fidèle des immenses régions du Sud où se pratique l'élevage et où vivent les troupeaux des tribus nomades, avec des photogravures complétant la description ; puis viennent la représentation orographique, l'énumération des ressources que ces pays offrent en pâturages et en eau; les points d'eaux sur les routes que suivent les troupeaux sont indiqués, et l'auteur a fait ressortir l'intérêt qu'il y aurait à les aménager et à les multiplier. L'ouvrage comprend, en outre, des chapitres consacrés à l'étude des maladies parasitaires les plus graves du mouton d'Algérie, à l'énumération et à la représentation des plantes croissant sur les Hauts-Plateaux et le Sahara Algérien et jouant un rôle dans l'alimentation des troupeaux, à l'emploi des laines chez les indigènes pour leurs usages personnels.

M. Sagnier insiste sur l'importance capitale de ce travail : la grande préoccupation doit être de multiplier les réserves d'eau qui, une fois établies, rendront la vie possible aux moutons qui sont une des richesses du pays; les réserves éviteront ces pertes considérables qui se produisent dans certaines années. Ce n'est pas tant la nourriture qui manque, c'est surtout l'eau, dont l'ouvrage établit les prises, la géologie ayant servi à déterminer les points où des forages ou des retenues peuvent permettre d'avoir de l'eau en quantité suffisante.

M. Formigny de la Londe, président de la Société d'Horticulture du Calvados, donne lecture de rapports de plusieurs Sociétés d'horticulture de la région, sur de nombreuses questions théoriques, pratiques et commerciales, qui concernent l'arboriculture, la culture maraîchère et la floriculture. Ces intéressants rapports montrent que ces branches de l'agronomie s'étendent de plus en plus et vont sans cesse se perfectionnant en Normandie. Simplement effleurée dans cette communication, la culture du pommier à cidre a spécialement fait l'objet d'un long entretien de M. le docteur Travers, qui a exposé l'historique et l'état actuel de cette culture.

Une des questions qui ont le plus attiré l'attention, en ces derniers temps, est celle de l'utilisation de la tourbe. M. Weber a donné sur l'emploi de cette substance les détails pratiques suivants, auxquels l'expérience et la compétence de l'auteur donnent une haute valeur. Comme litière, elle est moins propre que la paille, à moins de soins spéciaux; en outre elle est froide, elle ramollit les fourchettes ; lorsque les animaux ne reçoivent qu'une ration médiocre, ils vont chercher les grains d'avoine dans la tourbe et prennent quelquefois l'habitude d'en manger, ce qui, chez quelques sujets, a produit des entérites et des indigestions graves; mais cela est rare et, dans certains cas, au contraire, on a pu préserver de coliques des chevaux gourmands de litière en les mettant sur la tourbe. Par contre, la tourbe constitue un excellent couchage, elle est de beaucoup plus absorbante que la paille et d'un prix peu élevé, faits qui plaident en sa faveur.

La tourbe a une teneur en azote supérieure à celle de la paille et constitue un très bon engrais, après avoir servi comme litière. Les cultivateurs des environs de Paris n'ont pas paru partager cette opinion; mais, peut-être doit-on tenir compte de ce fait qu'ils sont, avant tout, producteurs de paille.

L'industrie a fait des applications très utiles de la ouate de tourbe : couvertures pour absorber la sueur des chevaux après le travail, étoffes absorbantes, ouates qui remplacent avec avantage, pour les pansements vétérinaires, les étoupes de chanvre, etc... Il est bon d'ajouter que les qualités des tourbes, au point de vue absorbant et au point de vue de leur composition, varient avec les provenances.

M. Xambeu présente quelques notes sur l'Agriculture en Saintonge avant 1789. M. Xambeu a su tirer des Archives des documents qui indiquent la situation de l'Agriculture en Saintonge avant 1789 et la statistique des récoltes à différentes époques.

L'état des personnes de la classe agricole, les conditions économiques de la propriété rurale, les méthodes employées en agriculture avant 1789,

méritent d'être étudiés. Il est possible de se procurer des documents de bonne valeur dans les cartulaires, les archives, les registres paroissiaux, les actes des notaires, les livres de raison et de famille, etc... Un travail semblable dans les autres régions pourrait apporter des renseignements utiles non seulement pour l'histoire de l'Agriculture, mais aussi pour celle de tous les faits généraux qui ont modifié lentement et successivement l'état économique de la nation française.

Dans un autre ordre d'idées, M. Xambeu communique des analyses comparatives faites en 1893, sur les feuilles de chêne et sur le foin, d'après lesquelles la valeur alimentaire des feuilles de chêne, récemment tombées, serait approximativement la moitié de la valeur alimentaire du foin. M. Xambeu attire l'attention sur la présence du tanin, substance astringente qui paraît nuisible à la digestion. Pour la consommation ordinaire, il est nécessaire de mêler les feuilles de chêne à de la paille ou à d'autres substances alimentaires.

M. Levat donne communication d'une étude sur l'état actuel de la production et de la consommation des phosphates, en insistant sur les causes du développement de cette consommation : diffusion des connaissances agronomiques, constitution des syndicats agricoles, apparition sur le marché des scories de déphosphoration, découverte récente des phosphates riches de la Floride et de la Tunisie, etc... L'auteur fournit, avec de nombreux tableaux à l'appui, la statistique de la production et de la consommation des principaux pays, ainsi que les échelles de prix actuelles. Il conclut que les réserves de phosphate actuellement assurées par les gisements connus, suffisent pour satisfaire, au fur et à mesure de leur accroissement, aux besoins de l'Agriculture.

M. Bernard entretient la Section des relations entre les cartes géologiques et les cartes à courbes d'égal calcaire, montrant la constance minérale que présente chaque formation géologique, chaque fois qu'on ne sort pas d'une même région naturelle. Il a vérifié le fait par de très nombreux dosages de calcaire effectués à l'aide de son calcimètre. Il traite aussi de la variation du pourcentage du calcaire suivant sa ténuité et sa vitesse d'attaque.

M. Magnien donne des résultats d'expériences relatives à la culture du blé en 1893-94. M. Magnien s'est attaché, depuis 1886, à instituer dans différentes situations climatériques et géologiques de la Côte-d'Or, des expériences ayant pour base l'emploi d'engrais chimiques et de semences de choix. Les résultats qu'il a obtenus dans ses champs de démonstration, établis dans les conditions les plus diverses, ont mis en évidence l'excellence du procédé.

Signalons enfin les communications : de M. Doumet Adanson sur la Persicaire Géante ; de M. Gain sur l'influence de la sécheresse sur les tubercules de pomme de terre ; de M. Gurnaud sur l'ancienne sylviculture et la nouvelle ; de M. Auriol sur l'utilisation du vent comme force motrice des instruments agricoles.

En cours de session, la Société d'Agriculture de Caen, présidée par M. le comte de Saint-Quantin, a tenu un concours départemental d'animaux reproducteurs de la race bovine normande, ce qui a permis aux membres de la Section d'Agronomie d'admirer une fois de plus les efforts de l'Agriculture du Calvados et de lui rendre un nouvel hommage.

Eugène Rousseaux.
Ingénieur Agronome,
Préparateur à l'Institut National Agronomique.

IX. — Section de Médecine et Hygiène.

La Section n'a donné le jour à aucune communication retentissante, mais une série de questions fort intéressantes y ont été étudiées et discutées.

M. *Charrin* est venu soutenir à nouveau l'*origine infectieuse de certains cas de rhumatisme chronique*. Chez deux malades, observés récemment, il a vu survenir, au cours d'amygdalites subaiguë et aiguë, des manifestations articulaires aiguës qui ont laissé à leur suite des déformations persistantes des jointures atteintes. Dans un cas, l'amygdalite était suppurée et le pus contenait des streptococcus et des staphylococcus albus ; or, dans la sérosité péri-articulaire, on a trouvé de l'albus. Dans 21 autres cas publiés antérieurement, l'albus a été rencontré 11 fois, le streptocoque 4 fois, l'aureus 2 fois, le colibacille 2 fois ; deux fois enfin l'ensemencement est demeuré stérile. Ces recherches ont pour but de démontrer que certaines arthropathies chroniques reconnaissent manifestement une origine infectieuse. Ce n'est pas à dire d'ailleurs que des causes chimiques, toxiques, humorales ou physiques, traumatiques, soit encore nerveuses ou trophiques, ne puissent produire des altérations plus ou moins similaires.

Le même auteur attire encore l'attention sur la *fréquence de l'entérite pseudo-membraneuse*, affection extrêmement commune, mais dont l'intensité et la marche clinique sont des plus variables. Une forme en particulier mérite d'être signalée : la forme cachectique, qui dure de longues années, amène un amaigrissement considérable et donne aux malades un aspect tel qu'on ne peut se défendre, en les voyant, de songer soit à un carcinome, soit surtout, tant à cause de la durée de la lésion qu'en

raison du teint qui assez souvent conserve quelque coloration, à la tuberculose intestinale. La maladie se caractérise surtout par des crises d'entérite qui sont fréquentes et très douloureuses, et s'accompagnent d'évacuations alvines, partie solides, partie liquides, ressemblant parfois à de la lavure de chair mélangée de glaires et de fausses membranes. Le meilleur traitement consiste dans l'administration d'acide lactique, l'usage de lavements rectaux au nitrate d'argent et la prescription d'un régime sévère.

Non moins intéressantes sont les recherches de *Hallopeau* et *Tesse* qui ont découvert des *alcaloïdes phlogogènes dans l'urine d'un malade atteint d'une poussée aiguë de dermatite herpétiforme*. Dans l'intervalle des crises de dermatite, les urines sont normales, mais au moment des poussées leur quantité diminue beaucoup; elles se troublent en formant un dépôt très abondant, constitué presque exclusivement par des urates. L'analyse de ce dépôt y révèle également la présence d'alcaloïdes qui, injectés à des cobayes, ont déterminé des phénomènes inflammatoires locaux intenses, mais sans grande réaction générale.

Avec *Cautru* nous tombons dans cette question si difficile du *traitement des dyspepsies par les agents physiques, et par le massage en particulier*. Pour l'auteur, le traitement diffère suivant qu'il s'agit d'hypopepsie ou d'hyperpepsie. Contre l'hypopepsie, on doit employer le massage après le repas, pendant la digestion même; ce massage excite lentement le muscle de l'estomac et réveille l'activité sécrétoire endormie. Cependant dans la forme grave de l'hypopepsie, alors que les glandes sont atrophiées, le muscle altéré, les fermentations abondantes, il vaut mieux pratiquer le massage à jeun, qui sert à tonifier l'estomac et à activer l'évacuation retardée des résidus alimentaires. Dans l'hyperpepsie, le massage donne de moins bons résultats. Il faut toutefois distinguer l'hyperpepsie générale ou chlorhydrique de l'hyperpepsie chloro-organique. Celle-ci s'améliore par le massage pratiqué à jeun, tandis que l'autre doit engager le médecin à s'abstenir de toute manipulation. Quant aux autres agents physiques, hydrothérapie, électrisation, etc., les conditions d'application en varient avec les individus.

C'est encore le *massage abdominal* que vante *Chéron* dans les *ptoses viscérales* (entéroptose, dilatation de l'estomac, abaissement de l'utérus). Le décubitus renversé et le massage abdominal pratiqué dans cette position ramènent, en un temps très court, les viscères à leur situation normale, et modifient la dilatation de l'estomac en même temps que le chimisme de cet organe.

Moins importante pour le praticien est la communication de *Maragliano* (de Gênes) qui nous donne le résultat de ses *recherches sur la pigmentation du sérum sanguin et sur la pigmentation des exsudats*; il arrive à conclure que la pigmentation du sérum sanguin, normal ou pathologique, et celle du sérum des exsudats, proviennent de l'hémoglobine des globules rouges que ce même sérum détruit.

Viennent ensuite une série de faits cliniques ou anatomo-pathologiques :

Hallopeau et Jacquinet, à propos d'*un cas de dermographisme intense*, s'attachent à démontrer que le dermographisme n'est pas nécessairement d'origine toxique et que la saillie ortiée commence à se produire sous l'impression tactile, avant que les sensations pénibles ne se manifestent.

Nepveu, de l'*examen histologique de pièces de béribéri*, conclut que cette affection est, au point de vue anatomo-pathologique, d'ordre infectieux, qu'elle détermine une karyokinèse leucocytique considérable et cause la prolifération de jeunes cellules dans le tissu conjonctif des principaux organes des centres nerveux.

Jeanselme rapporte l'*observation d'une femme atteinte à la fois de sclérodermie et de goitre exophtalmique*, et se demande si les deux affections dérivent d'une même cause sans qu'il existe entre elles aucune subordination, ou s'il y a une relation de cause à effet entre l'altération thyroïdienne et la sclérose cutanée.

Le Gendre attire l'attention sur les bons effets qu'il a obtenus, dans un cas de *scarlatine* compliquée d'accidents cérébraux, par des *enveloppements froids*, et dans un autre de *bronchopneumonie* compliquée de néphrite aiguë avec hématurie, par l'administration, toutes les trois heures, de bains à 18° d'un quart d'heure de durée.

Regnault et *Azoulay* étudient l'*influence de l'effort sur les diverses espèces de tremblements* et donnent un moyen pratique d'exagérer ces derniers.

Tison rapporte une *observation de purpura infectieux* dont le diagnostic avec le typhus exanthématique a été difficile.

Bouffé relate onze cas de *psoriasis traités et guéris par l'injection de liquides organiques* et particulièrement de liquide testiculaire; il pense que le psoriasis est une maladie éosinophile.

Hallopeau n'admet pas la nature tropho-névrotique de l'affection et reste sceptique à l'endroit du traitement de Bouffé.

Prioleau cite *un cas d'orchite, probablement à pneumocoques*, survenue chez un vieillard, quatre jours après une pneumonie.

Guelpa émet l'idée que, *dans la diphtérie, la fausse membrane est une barrière* qui empêche la résorption des toxines sécrétées par le bacille de Klebs, d'où la nécessité de respecter la fausse membrane.

Hallopeau fait remarquer que les assertions de Guelpa sont en contradiction avec toutes les données actuelles.

Ces différents points de médecine, quel que soit leur intérêt particulier, sont loin d'avoir l'importance des *questions d'Hygiène* qui ont été abordées et traitées au Congrès, et au premier rang desquelles nous devons citer celle des *dangers que peut offrir l'abus des exercices de sport.*

M. *Le Gendre*, dans un rapport remarquable, montre qu'à l'époque de la croissance et de la puberté, l'organisme se trouve dans des conditions physiologiques toutes particulières, qui le prédisposent à un certain nombre d'affections. Or, entre la prédisposition et l'état morbide, la distance est faible et peut être aisément franchie par l'excès des exercices physiques. Il faut reconnaître, en outre, que chaque exercice physique met plus spécialement en jeu tel ou tel appareil; on comprend dès lors que, si l'appareil surmené par l'exercice se trouve en état de moindre résistance, des accidents puissent apparaître. Le médecin hygiéniste, qui a noté chez un adolescent que tel appareil s'est développé avec excès et que tel autre est insuffisant, peut tirer parti de tel ou tel exercice. Mais il est rarement consulté, et c'est la mode ou la fantaisie individuelle qui tiennent lieu de conseillers. On ne saurait donc trop protester contre ce défaut de choix et aussi contre l'abus et contre le défaut d'entraînement qui transforment promptement un exercice utile en une source d'accidents. Il faut enfin faire remarquer qu'en donnant trop d'importance aux exercices physiques, on tend à déplacer l'idéal des enfants et des jeunes gens. L'idéal des anciens était le culte du corps et de l'esprit, l'idéal moderne doit être le culte de l'esprit. L'engouement passionné pour les sports risque d'aboutir à accélérer la décadence morale et intellectuelle de notre race sans la reconstituer physiquement. Si l'on veut développer sainement les exercices physiques et éviter en même temps les accidents qui peuvent en résulter par suite de l'abus ou d'une tare organique, il est bon : 1° de faire examiner chaque enfant par un médecin, avant de le laisser se livrer à tel ou tel exercice physique; 2° s'il y a quelque tare des appareils circulatoire, locomoteur, digestif ou du système nerveux, d'interdire les exercices qui peuvent l'aggraver; 3° d'exiger toujours un entraînement progressif; 4° d'encourager l'exercice, mais de faire la guerre au sport dans les établissements scolaires.

Le Prof. *Bouchard* n'est pas moins opposé que Legendre à l'abus de tout exercice physique. On ne saurait trop combattre toute espèce de concours (y compris ceux de médecine), mais les concours sportifs sont en particulier à surveiller. Les exercices physiques ont en effet des dangers de deux sortes. Les uns procèdent de l'acte physique qui s'effectue dans tout travail musculaire, les autres des actes chimiques qui sont réalisés dans ce même travail.

Au point de vue physique il y a une élévation de la température du corps pouvant atteindre 39°, 40° et même 41°. La mort peut s'ensuivre, comme dans *le coup de chaleur;* si tel n'est pas le résultat de cette élévation de température, celle-ci n'est pas cependant exempte de tout danger. Ainsi, elle provoque la dyspnée, inoffensive pour quelques-uns, mais mal supportée par ceux qui présentent la moindre tare antérieure, la moindre défectuosité du côté du cœur ou des poumons. Le surmenage transforme de simples troubles fonctionnels en lésions organiques définitives.

Au point de vue chimique, il y a excès de destruction de matières à la suite d'abus des exercices physiques; de cet excès de destruction résulte un affaiblissement de l'organisme, une prédisposition à l'éclosion de toutes les maladies infectieuses.

On ne saurait, en outre, trop insister sur ce fait qu'une fatigue physique ne repose pas d'une fatigue intellectuelle et vient simplement se surajouter à celle-ci.

Il faut donc surveiller les exercices physiques, les limiter et en combattre énergiquement les abus. Quant aux concours, si on veut absolument les maintenir, il faut empêcher d'y prendre part tous les enfants qui, après une épreuve, accusent 160 pulsations à la minute.

Aglave, *de Coubertin*, *Tissié* sont également d'avis qu'il faut éviter tout abus dans les exercices physiques. *Dekhterew* ajoute qu'en Russie les concours sont absolument bannis de l'éducation physique, et que les exercices violents ne sont permis qu'après un examen médical rigoureux.

L.-H. Petit, en s'appuyant sur des faits tirés de sa pratique personnelle, insiste à son tour sur l'influence fâcheuse que peuvent avoir les exercices physiques sur le développement des affections cardiaques, si l'on pratique ces exercices trop tôt ou trop violemment à la suite de maladies infectieuses. Après la scarlatine, la variole, la typhoïde, etc., il faut surveiller de très près l'appareil circulatoire des enfants, si l'on veut éviter le développement d'affections persistantes.

L'auteur n'est d'ailleurs nullement ennemi de l'exercice physique et signale même, en passant, les *bons effets de la gymnastique médicale sur la dilatation de l'estomac* dont sont souvent atteints les scoliotiques. De ses recherches sur ce point, il conclut: 1° que la dilatation de l'estomac est fréquente dans la scoliose; 2° que les exercices de gymnas-

tique raisonnés s'adressant à la scoliose ont un retentissement favorable sur la dilatation de l'estomac; 3° qu'il y a une relation entre la dilatation de l'estomac et la scoliose.

Toujours à propos de sport, *Bergonié* et *Tissié* ont étudié sur un même coureur, le premier les *réactions électriques des muscles et des nerfs après les grandes épreuves de sport*, l'autre la *variation des déchets organiques dans les exercices sportifs*.

Bergonié et *Bordier* rapportent encore une observation de névrite périphérique secondaire chez un homme habitué à marcher avec des échasses.

Hallopeau fait remarquer à ce sujet que les échasses ne sont pas seules à donner des névrites; plusieurs des appareils mécaniques en usage pour la locomotion et autres mouvements coordonnés peuvent en effet donner lieu à des complications nerveuses : tout récemment il en a vu un exemple chez un homme qui faisait usage de la machine à écrire.

F. Jayle,
Interne à l'Hôpital Broca.

REVUE ANNUELLE DE MÉTALLURGIE

Il est très difficile en métallurgie d'être renseigné sur les innovations les plus récentes. Ce n'est en général qu'au bout d'un assez long temps d'application, que les procédés nouveaux sont divulgués, en tant que l'on peut avoir à leur sujet des renseignements un peu précis. En pareille matière, une revue est forcément très incomplète et en retard sur la marche réelle de l'industrie.

Je n'ai donc pas la prétention, dans cet article, de signaler tous les progrès intéressants qui ont pu être accomplis pendant ces dernières années, ni de ne traiter que des sujets tout à fait nouveaux. Je me bornerai à examiner quelques questions qui offrent un certain intérêt d'actualité et à indiquer les derniers progrès réalisés, à ma connaissance, dans quelques-unes des branches les plus importantes de la métallurgie. J'ai cru devoir faire entrer, dans le cadre de cette étude, des procédés et des appareils qu'on ne peut pas qualifier de récents, mais qui sont encore peu connus en France et dont on ne trouverait mention dans aucun des traités généraux publiés jusqu'à ce jour.

Je ne parlerai pas des études théoriques très intéressantes qui se poursuivent, depuis quelques années, sur la structure et les propriétés des métaux. Ce sujet demande à être traité avec plus de détail, et je me propose d'y consacrer un article spécial.

I. — Acier.

Les procédés de fabrication du fer et de l'acier n'ont pas reçu, depuis plusieurs années, de perfectionnements essentiels.

La production de l'acier déphosphoré (procédé Thomas ou fusion sur sole basique) devient sans cesse plus importante. Le procédé Thomas-Gilchrist permet de fabriquer des métaux très doux, qui peuvent remplacer avec avantage le fer forgé dans tous ses emplois. Le prix de revient en est diminué par la valeur des scories employées comme engrais, qui procurent un bénéfice de quatre à cinq francs par tonne d'acier. Aussi voit-on se produire une révolution dans le commerce des minerais : aujourd'hui on recherche les minerais phosphoreux, et même on y paie le phosphore.

Les fontes peu phosphoreuses ne peuvent se traiter que sur sole. Dans quelques aciéries américaines, on a cherché à diminuer le prix de revient de ce traitement en augmentant la production des fours. On a construit des fours de cinquante tonnes, où le chargement se fait par des appareils mécaniques. Quelques-uns de ces fours monstres ont la forme d'un berceau, et peuvent osciller sur des galets pour faciliter la coulée. Les charges sont coulées dans des lingotières de dix tonnes, et les lingots laminés dans un train universel, où les deux paires de cylindres sont actionnées chacune par un moteur : les plaques sont ensuite coupées, puis laminées pour tôle.

Le procédé Talbot, essayé récemment en Amérique, consiste à activer l'affinage en mélangeant chaque charge de fonte avec les scories oxydées de l'opération précédente, qui agissent comme un décarburant énergique, et restituent une partie du fer scorifié.

La recarburation de l'acier par le charbon, d'après le procédé Darby, que j'ai signalé dans cette *Revue* [1], est aujourd'hui pratiquée couramment dans beaucoup d'usines.

Après avoir cherché bien des combinaisons pour donner aux blindages à la fois la dureté superficielle qui permet d'arrêter le projectile, et la douceur intérieure qui empêche la plaque de se fissurer, on est revenu au procédé classique de durcissement à la cémentation.

[1] Voyez à ce sujet la *Revue* du 30 septembre 1891, p. 593 à 600.

Les Américains ont osé appliquer à des masses énormes ce système par lequel on durcit depuis longtemps les petites pièces comme les limes, les coins, les enclumes, et ils ont parfaitement réussi. Les plaques Harvey sont cémentées sur leur surface extérieure, en les plaçant sur la sole d'un four à réverbère chauffé par un grand nombre de foyers latéraux, et les recouvrant d'une couche de charbon de bois : puis on les trempe par aspersion d'eau sur les deux faces. Les usines françaises ont obtenu des résultats encore plus remarquables en appliquant ce traitement à leurs blindages en acier spécial, où il entre environ 3 °/₀ de nickel et de chrome.

Le nickel donne à l'acier la structure fibreuse et lui enlève toute aigreur. Le chrome contribue à augmenter la dureté, sans rendre le métal cassant comme le ferait un excès de carbone.

A ce progrès dans la cuirasse a répondu un progrès dans l'art de la perforation. C'est en brisant la pointe de l'obus que le blindage durci l'arrête : on arrive à éviter cette rupture en coiffant l'obus d'un capuchon en acier relativement doux, qui s'écrase et amortit le choc : la pointe du projectile est ainsi préservée et peut pénétrer dans la plaque. Toutefois, il n'est pas encore bien démontré que les bonnes plaques harveyées ne puissent résister même à ces obus nouveaux.

Un progrès qui intéresse toutes les industries et qui peut être l'origine d'une véritable révolution dans la métallurgie du fer, c'est la fabrication des aciers riches en nickel. — On sait depuis plusieurs années, par les travaux de MM. Hadfield, Riley, etc., que si on force beaucoup la dose de certains métaux ajoutés d'ordinaire en petite quantité à l'acier, comme le manganèse et le nickel, on obtient des alliages dont les propriétés sont toutes nouvelles : ils ne sont pas magnétiques, et la trempe agit sur eux tout autrement que sur l'acier.

Le ferro-nickel à 25 °/₀ paraît être le plus intéressant de ces composés. Recuit, il possède déjà des qualités remarquables. La trempe augmente sa résistance, mais elle augmente en même temps son allongement : au lieu de l'aigrir, elle l'adoucit. On arrive à 50 °/₀ d'allongement avec 35 à 40 kil. de limite élastique, 70 à 80 de charge de rupture. Si l'on veut durcir ce métal à la manière de l'acier trempé, c'est-à-dire rapprocher sa limite élastique de sa charge de rupture, il faut l'écrouir par le travail à froid, ou encore le refroidir au-dessous de — 15°, température à laquelle il redevient magnétique. La charge de rupture monte alors à 120 kil.; la limite élastique est de 80. Le métal ne devient pas aigre, il possède encore 10 à 20 °/₀ d'allongement. Dans les constructions, il pourrait supporter un travail double de celui qu'on admet pour l'acier.

Cet alliage présente encore l'avantage de se mouler facilement.

Le prix de ce métal nouveau est élevé (1 fr. 50 le kilogramme) ; il pourra baisser par une utilisation plus judicieuse de nos gisements de nickel. D'ailleurs, l'inconvénient en est diminué par ce fait que les riblons, riches en nickel, conservent une grande valeur. Il est probable que ces métaux, qu'on étudie aujourd'hui activement dans plusieurs usines françaises, ne tarderont pas à jouer un rôle important dans l'industrie : on parle déjà de refaire avec eux le matériel d'artillerie ; ils pourraient rendre de grands services dans les constructions navales.

En ajoutant, avec le nickel, un peu de chrome ou de tungstène, on augmente beaucoup la dureté ; on arrive ainsi à fabriquer des aciers dont la résistance dépasse 200 kilogrammes.

II. — Nickel.

D'après ce que nous venons de dire, on voit quelle importance pourrait prendre le nickel s'il était à des prix abordables. On en consommerait facilement dix ou vingt fois plus que la quantité produite aujourd'hui, qui n'a guère dépassé 6.000 tonnes par an. Malheureusement sa métallurgie présente encore bien des difficultés. Pour les minerais silicatés de la Nouvelle-Calédonie, on en est encore aux anciens procédés longs et pénibles : fonte pour mattes, affinage progressif de ces mattes en plusieurs opérations pour obtenir du sulfure pur, transformer le sulfure en oxyde, réduire ce dernier, et enfin fondre le métal. La découverte des gisements du Canada menace de déplacer le centre de cette industrie dont notre colonie avait le monopole. Ce sont des filons puissants de pyrites avec lesquelles on peut obtenir à très bas prix des mattes de nickel et de cuivre : la séparation de ces deux métaux est difficile ; on ne connaît pas encore de bon procédé chimique ; mais on applique, dit-on, depuis peu en Angleterre un procédé électrolytique qui permettrait de livrer le nickel pur à 2 francs le kilo. Le prix, qui s'était longtemps maintenu au-dessus de 5 francs, était déjà tombé récemment à 3 fr. 50.

Les mines de Nouvelle-Calédonie ne peuvent plus lutter qu'à condition de perfectionner les moyens de traitement. M. Manhès a fait à ce sujet des essais fort intéressants : il a montré qu'on peut, en traitant les mattes au convertisseur, comme on traite la fonte de fer au Bessemer, enlever très facilement la totalité du fer et même une grande partie du soufre. Il a aussi trouvé des procédés nouveaux pour affiner le métal ainsi préparé.

Le traitement deviendrait presque aussi simple que pour l'acier. Je ne puis que signaler ce sys-

tème dont les essais ne sont pas entièrement terminés, mais dont l'application aurait une importance extrême pour notre industrie.

III. — Métaux réfractaires.

Jusqu'à présent, pour préparer les alliages du fer, on se sert, comme matière première, de fontes riches, telles que le ferro-manganèse, le ferro-chrome, fabriquées au haut fourneau ou au creuset : elles contiennent toujours beaucoup de carbone et souvent du silicium. Il y aurait un grand intérêt à disposer de métaux purs qui permettraient de préparer des ferroïdes exempts de carbone : ces alliages posséderaient sans doute des propriétés remarquables, car on sait que, dans les alliages de cuivre comme le laiton, de très faibles traces de corps étrangers suffisent à diminuer beaucoup la malléabilité.

On connaît trois méthodes générales pour obtenir à l'état de pureté les métaux réfractaires :

1° Réduction par le carbone et l'affinage de la fonte en la chauffant avec l'oxyde pur du même métal. C'est l'ancienne méthode de Deville : très pénible avec les températures insuffisantes que développent les fourneaux ordinaires, elle est devenue pratique par l'emploi du four électrique de M. Moissan, qui a préparé ainsi tous les métaux très mal connus jusqu'à ce jour. La réduction se fait dans un creuset ouvert au milieu de l'arc voltaïque ; l'affinage, dans un creuset fermé, plein d'oxydes et chauffé de la même manière. Le procédé est encore trop coûteux pour l'industrie.

2° L'emploi d'un réducteur métallique. C'est aussi Deville qui a fait autrefois la première application industrielle de cette méthode pour l'extraction de l'aluminium. MM. Green-Wale sont arrivés à obtenir le manganèse pur en chauffant le protoxyde intimement mélangé avec de la poudre d'aluminium : le protoxyde est préparé en réduisant dans un courant de gaz le minerai préalablement débarrassé de fer par digestion dans l'acide sulfurique. On consomme 33 °/₀ d'aluminium : au cours actuel, on pourrait préparer le manganèse à moins de 2 francs le kilogramme. Ce procédé réussirait sans doute pour d'autres corps, surtout en employant le sodium, qui ne serait plus d'un prix inabordable avec les nouveaux procédés d'extraction par voie électrolytique.

3° L'électrolyse de dissolutions ou de sels fondus. M. Placet a obtenu des dépôts galvanoplastiques de chrome pur en employant comme bain une dissolution d'alun de chrome. MM. Kœnigswater et Ebell (à Linden) annoncent qu'ils fabriquent du manganèse électrolytique et des alliages de manganèse. L'électrolyse des chlorures et des fluorures fondus, qui est devenue le procédé courant de fabrication de l'aluminium, réussirait certainement pour les autres métaux : la principale difficulté serait de préparer économiquement des bains assez fluides.

IV. — Aluminium.

L'aluminium, qui a excité une si vive curiosité dans l'industrie, n'y a pas encore pris une place importante. La production est encore très faible ; peut-être ne dépasse-t-elle pas en tout 1.000 tonnes par an. Après avoir considéré comme un résultat merveilleux de le produire à cinq francs, on s'aperçoit qu'il faudrait arriver encore bien plus bas pour lui trouver des débouchés sérieux.

La fabrication n'a pas fait de progrès essentiel depuis que les procédés d'Heroult et Kiliani et ceux de M. Minet ont été installés. C'est toujours par l'électrolyse du fluorure double d'aluminium et de sodium fondu qu'on opère, et elle se fait à peu près partout dans les mêmes conditions. On est obligé d'alimenter le bain avec de l'alumine pure, et, par suite, de soumettre d'abord les bauxites à un traitement chimique très coûteux, car le silicium et le fer qu'elles contiennent se réduiraient aussi, et on ne possède aucun moyen d'affiner le métal impur.

Le prix de revient actuel de l'aluminium paraît être dans les environs de trois francs. On pourrait l'abaisser à 2, peut-être même à 1 fr. 50. Mais on aura de la peine à descendre plus bas avec les procédés électriques. Dans l'électrolyse même, il n'y a que des perfectionnements de détail à espérer. Le principal objectif serait de produire d'abord l'alumine à bon marché. Il vaudrait encore mieux s'en passer et traiter la bauxite directement. M. Minet a fait à ce sujet des expériences fort intéressantes. Son procédé d'électrolyse en deux temps, consistant à épurer d'abord le bain par une fusion rapide dans une cuve où le courant précipite d'abord les corps étrangers, donnera peut-être bientôt la solution du problème.

On a essayé un grand nombre d'alliages pour augmenter la résistance de l'aluminium. Ceux qui sont entrés dans la pratique industrielle sont les alliages avec le cuivre. Le métal à 3 °/₀, bien laminé, donne 20 à 25 kil. de résistance et 15 à 20 °/₀ d'allongement ; mais sa limite élastique est très faible, défaut grave pour la construction. Le métal à 6 °/₀, d'un maniement moins facile, et qui ne se travaille qu'à chaud, est plus raide, et conviendrait peut-être mieux à ce genre d'emploi, quoique la somme R + A (à laquelle on attache une importance exagérée) y soit un peu plus faible. Le wolframinium (alliage au tungstène et au cuivre) est d'une préparation délicate ; mais, bien travaillé, il donne des résultats remarquables : il commence à

être employé en Angleterre et en Allemagne.

On n'emploie guère l'aluminium et ses alliages que laminés. Les moulages sont difficiles à obtenir sains. Cependant M. Roman paraît avoir réussi à surmonter ces obstacles. Il fabrique des pièces coulées qui ont une résistance satisfaisante, notamment des tubes que l'on peut finir au tour ou au banc à tirer et qui reviendraient bien moins cher que les tubes emboutis.

Si on examine ses applications actuelles dans l'industrie, il faut reconnaître que l'aluminium n'a pas encore réalisé toutes les espérances qu'il avait fait naître. Mais ce n'est pas tout à fait sa faute; on l'a peut-être mal pris; on veut, par exemple, lui faire remplacer purement et simplement l'acier, sans se rendre compte que, pour tirer parti d'une matière nouvelle, il faut chercher le régime qui lui convient, le mode d'emploi qui s'adapte à son tempérament, et non vouloir la plier à un programme qui a été fait pour d'autres.

Par sa nature, l'aluminium n'est pas fait pour lutter avec l'acier : c'est le zinc, la fonte de fer, le bois, parfois le cuivre qu'il pourrait remplacer avec avantage, et qu'il remplacera certainement dès qu'il ne coûtera plus trop cher.

Il y aurait une combinaison fort intéressante à essayer pour un constructeur entreprenant : c'est l'emploi simultané du ferro-nickel et de l'aluminium. Tous les deux contribueraient à diminuer le poids par des moyens différents : l'un parce qu'il est très résistant, l'autre parce qu'il est léger. Le premier conviendrait pour les ossatures, les pièces qui travaillent et dont on pourrait diminuer les dimensions; le second pour les pièces de remplissage, les cloisons, et autres organes qui ne fatiguent guère, dont on a déjà réduit l'épaisseur au minimum, et qui, en acier, offrent un luxe de résistance. Il serait sans doute facile de donner à une telle construction un poids moitié moindre que le poids actuel. Malheureusement ces deux métaux sont encore trop chers.

Il n'y a, en somme, aujourd'hui que deux applications importantes bien acquises à l'aluminium et qui se développeront même sans baisse de prix : c'est l'équipement militaire, et la fabrication des embarcations portatives et démontables : dans ces deux cas, l'avantage de la légèreté est assez grand pour faire admettre les prix actuels. Il y a une troisième application, plus vaste, qu'on peut considérer comme acquise au point de vue technique : c'est la fabrication de tout ce qui dans un navire ne joue pas un rôle capital au point de vue de la résistance : cloisons, superstructure, même la coque. A ce point de vue, l'adoption du métal n'est qu'une question de prix.

Il y a cependant encore une difficulté, c'est son attaque facile par l'action combinée de l'air et de l'eau salée. Cette attaque se produit d'une façon très capricieuse : certaines plaques se comportent bien, d'autres se piquent et se percent très vite. Il est probable qu'on arrivera à démêler la cause de ces différences, et à y remédier. L'impureté de l'aluminium, les inclusions étrangères qu'il retient quand on le coule, paraissent être le principal facteur qui hâte l'attaque. Les peintures ordinaires tiennent mal sur l'aluminium; M. Guillaux est arrivé à trouver un revêtement qui donne déjà des résultats satisfaisants; ce genre de difficultés est donc bien près d'être levé.

En dehors de ces grandes industries, l'aluminium pourrait trouver des débouchés importants dans bien des petites fabrications, comme les boîtes de montre, les étuis, les boutons, etc. Il n'y a là qu'une question d'habileté commerciale pour savoir lancer de nouveaux produits.

Aussi, tout en constatant que les progrès de l'aluminium sont lents, suis-je persuadé qu'ils ne s'arrêteront pas, et qu'il serait facile, avec des études rationnelles et suivies, de lui trouver assez d'emplois pour absorber une production bien supérieure à celle que les usines actuelles pourraient assurer. Il faut reconnaître qu'à ce point de vue, la France, patrie première de l'aluminium, s'est laissé distancer. Cette industrie est loin de s'y être développée autant qu'en Amérique, en Angleterre et surtout en Allemagne. Ce devrait être tout le contraire, car notre pays est mieux doté que tout autre par la nature pour produire ce métal, et c'est lui qui fournit en grande partie aux étrangers la matière première : les bauxites, dont la Provence a des gisements inépuisables, et que nous savons si peu utiliser pour nous-mêmes.

V. — Triage magnétique.

Le triage magnétique a reçu des applications importantes, surtout en Amérique. Il peut servir dans trois cas différents :

1° Pour enrichir les minerais de fer magnétiques en les séparant de leur gangue;

2° Pour séparer des mêmes minerais la blende, qui y est souvent mélangée;

3° Pour séparer la pyrite de la blende.

C'est la première de ces opérations qui a passé surtout dans la pratique courante. La moitié des minerais de fer du Lac Supérieur sont enrichis de cette manière. Il suffit de les pulvériser, puis de les passer au trieur magnétique. On peut étendre ces procédés à tous les minerais de fer en les chauffant (mélangés d'un peu de charbon) dans une cornue où passent les gaz d'un gazogène : l'oxyde de carbone les transforme en produits magnétiques. — Pour trier la pyrite, il faut la

griller de manière à la sulfatiser, tout en la désagrégeant; elle se brise alors plus facilement que la blende, qui n'est pas attaquée par un grillage modéré; une pulvérisation, suivie d'une préparation mécanique complète, les sépare.

M. Blake a construit, pour réaliser ce grillage partiel, un four spécial où l'on fait arriver, entre les flammes du foyer, de l'air chauffé dans des régénérateurs. En présence de l'air chaud et pur, la pyrite se grille plus vite et à plus basse température. La blende n'est pas oxydée, mais elle a une tendance à décrépiter, ce qui diminue beaucoup l'efficacité du traitement.

VI. — Procédés de grillage.

Le grillage des minerais est une des opérations les plus importantes, et qui intéresse un grand nombre d'industries. On cherche de plus en plus à utiliser les gaz pour la fabrication de l'acide sulfurique, ce qui est le meilleur moyen de les rendre inoffensifs. Aujourd'hui, en Belgique et en Allemagne, les blendes sont presque partout grillées dans de grands fours à moufle desservant des chambres de plomb : il faut, en effet, pour cet usage, que les gaz ne soient pas mélangés à ceux des foyers.

En Europe, où l'on cherche surtout la perfection du grillage, cette opération se fait, ou tout au moins s'achève dans des fours (à réverbère ou à moufle) allongés, où l'on brasse le minerai à la main en le poussant peu à peu le long de la sole jusqu'à la partie la plus chaude.

En Amérique, où il y a grand intérêt à économiser la main-d'œuvre, on voit employer, surtout pour les minerais d'argent où il faut passer de grandes masses de matières pauvres, les types les plus variés de fours mécaniques.

Le type le plus simple est celui des fours cylindriques tournants : dans les modèles les plus récents, on leur donne une grande longueur et une légère inclinaison qui permet à la matière de descendre lentement de l'extrémité jusqu'au foyer : on est arrivé ainsi à réaliser un grillage très complet. — Les fours à sole, où la charge est brassée par des agitateurs, sont peut-être plus efficaces pour hâter l'oxydation : la difficulté est ici l'entretien du mécanisme et des organes mobiles placés dans le four. Parmi les appareils les plus récents, il en est deux qui paraissent donner de bons résultats :

Le four Pearce a une sole circulaire et des râteaux reliés à un arbre vertical creux, refroidi par un courant d'air : cet air chauffé est injecté sur le minerai.

Dans le four Frash, l'arbre est refroidi par un courant d'eau, ce qui assure mieux sa conservation dans les grillages qui exigent une haute température. La construction particulière du four Blake, où la sole circulaire, au lieu d'avoir une pente régulière, est formée par une série de gradins, est de nature à seconder le brassage, par l'effet des chutes successives du minerai, qui chaque fois se trouve baigné par l'air.

Dans beaucoup de fours récents, on envoie sur la charge de l'air pur, chauffé soit dans des régénérateurs spéciaux, soit par circulation dans les parois creuses. C'est un moyen très efficace de hâter l'oxydation, car, dans les fours anciens, l'air venant du foyer était trop pauvre en oxygène, l'air entrant par les portes trop froid pour agir énergiquement sur les sulfures.

Il est un mode de grillage spécial, difficile à conduire, qui intervient dans la métallurgie du cuivre et dans celle du plomb. C'est le rôtissage, où l'on cherche à griller partiellement, pour faire réagir ensuite l'oxyde sur le sulfure restant, de manière à produire du métal et de l'acide sulfureux ($PbS + 2PbO = 3Pb + SO^2$). Cette opération se fait en général très lentement, et les réactions sont toujours incomplètes. MM. Nicholls et Christopher James l'ont simplifiée en la dédoublant. Ils commencent par griller complètement une partie de la matte de cuivre dans un four approprié : puis ils mélangent cet oxyde, préalablement essayé, en proportion convenable avec du sulfure cru : on chauffe la charge dans un four à réverbère, il se produit une réaction très vive et on obtient rapidement presque tout le métal réduit. Les réactions sont beaucoup plus rapides et plus nettes parce que le mélange est intime, et qu'on peut réaliser exactement le dosage voulu de soufre et d'oxygène. Ce procédé est employé avec succès à la Cape Copper Company (Wales) : le grillage se fait dans de longs cylindres tournants inclinés, où la matte pulvérisée descend par son propre poids : il est très économique et très complet.

VII. — Traitement des minerais zincifères.

Le traitement des minerais complexes de zinc est une question toujours à l'étude ; il n'existe aucun procédé pratique pour séparer ce métal du plomb; on a fait beaucoup d'essais industriels en Amérique. Tantôt, comme dans le procédé Emmons, on dissout le zinc à l'état de sulfate (par le sulfate de sesquioxyde de fer, l'acide sulfurique) ; tantôt on cherche à le volatiliser à l'état d'oxyde, en réduisant dans des fours à cuve à allure chaude : dans ce dernier cas, le plomb se volatilise en partie ou en totalité, on ne sépare donc bien que le fer et le cuivre, et il faut encore traiter les résidus par voie humide pour isoler le zinc à l'état de sulfate so-

luble. Pour extraire le zinc métallique de ces dissolutions, on ne connaît d'autre procédé que l'électrolyse, moyen difficile et coûteux ; cependant la pureté du zinc obtenu est une compensation qui pourrait, dans certains cas, rendre l'électrolyse abordable. M. Choate a proposé de verser directement dans les bains électrolytiques l'oxyde de zinc obtenu par volatilisation, qui les neutraliserait en se combinant à l'acide sulfurique mis en liberté près de l'anode.

VIII. — Électrolyse.

Le raffinage électrolytique du cuivre est maintenant une opération courante ; il est indiqué lorsque le métal brut contient des quantités notables d'argent ou d'or, ou lorsqu'on veut avoir des cuivres de pureté exceptionnelle. Il se pratique en Amérique sur une vaste échelle, et les produits sont vendus à si bas prix qu'il est bien difficile aux usines de lutter, si elles ne traitent pas des cuivres riches en métaux précieux. La fabrication directe des tubes en cuivre électrolytique, par le procédé Ellmore, donne des produits tout à fait remarquables comme qualité, mais elle est sans doute coûteuse.

Depuis longtemps on cherche à traiter directement les mattes par l'électrolyse : les derniers essais connus en Europe semblent établir l'insuccès définitif de ces tentatives. Dès que les anodes ne sont plus en cuivre assez pur, on n'évite pas leur désagrégation ; le bain s'altère, se polarise, la production baisse ou on obtient du cuivre impur. A plus forte raison les difficultés deviennent-elles insurmontables quand on essaie d'électrolyser les minerais : le procédé Siemens, où on dissolvait le cuivre en traitant les minerais par du sulfate de peroxyde de fer, et où on électrolysait les dissolutions avec des anodes en charbon, n'a pas réussi davantage.

On applique aujourd'hui dans quelques usines le raffinage électrolytique du zinc argentifère, obtenu par la désargentation du plomb : il permet d'en extraire du zinc très pur, recherché pour la fabrication du plomb. Le bain est une dissolution de zinc et de chlorure de magnésium : on emploie aussi le sulfate de zinc mélangé au sulfate de potasse.

Dans l'installation des cuves électrolytiques, on peut signaler deux dispositifs nouveaux qui permettent d'augmenter le rendement ou de diminuer la quantité de métal immobilisé. Au lieu d'employer comme autrefois une série de couples disposés en quantité et comprenant chacun une anode en métal brut et une cathode en métal pur, on place dans chaque cuve une série de plaques isolées que le courant traverse toutes : l'une de leurs faces joue donc le rôle d'anode, et l'autre celui de cathode : chaque plaque se dissout d'un côté pendant qu'elle se nourrit de l'autre avec le métal pur provenant de la plaque précédente. Dans quelques ateliers les plaques fixes ont été remplacées par des disques tournants, dont une moitié seulement plonge dans le bain, tandis que l'autre frotte sur des brosses et est nettoyée d'une manière continue. On diminue ainsi les effets de polarisation. Les études faites dans cette voie par M. Tomasi permettront peut-être d'aborder, avec plus de chance de succès, le problème du traitement direct des minerais ou des composés métalliques.

Pour la fabrication de la soude, M. Hargreaves a construit un appareil très original : la cathode est constituée par la paroi latérale de la cuve, qui est formée d'une toile métallique recouverte à l'intérieur par un diaphragme d'amiante. Le transport des ions se fait à travers ce diaphragme, et l'élément qu'on veut isoler se trouve amené à l'extérieur de la cuve, et par suite soustrait aux réactions secondaires. Il serait intéressant d'essayer ce système pour l'électrolyse des métaux sujets à se réattaquer.

IX. — Désargentation.

La désargentation du plomb se fait aujourd'hui à peu près partout au moyen d'additions de zinc qui provoquent la séparation de croûtes d'alliage triple (plomb, argent et zinc), et on revivifie le zinc en distillant cet alliage dans des cornues en graphite où il reste du plomb riche. On a obtenu, dit-on, de très bons résultats en ajoutant au zinc quelques millièmes d'aluminium : l'alliage serait plus riche et les séparations bien plus nettes.

X. — Distillation des métaux.

La volatilisation des métaux dans les fours à cuve est souvent une cause de perte et d'ennuis. On est parvenu, dans certains cas, à en tirer parti et à en faire un moyen d'extraction. Depuis longtemps, on prépare en Amérique le blanc de zinc et l'oxyde de plomb employé en peinture par la réduction directe des minerais chauffés dans des foyers soufflés : le métal se volatilise et se dépose à l'état d'oxyde dans les conduits. Ce système permet de traiter certains minerais impurs, comme la franklinite, qui seraient inutilisables dans les fours à zinc ordinaires. Il est assurément bien préférable aux errements suivis en Europe, où l'on prépare les mêmes composés en prenant pour matière première des métaux purs dont l'extraction et l'élaboration ont nécessité des dépenses bien inutiles dans ce cas.

Une application fort intéressante de ce principe a été faite en Auvergne, aux minerais d'antimoine, par M. de Châtillon. Depuis plusieurs années, on y traite les sulfures pauvres par grillage et réduc-

tion dans des cubilots chauffés à assez haute température pour volatiliser tout l'antimoine. Les fumées aspirées par des injecteurs à vapeur dans des chambres de condensation laissent déposer de l'oxyde assez pur, qu'on peut vendre aux pharmacies ou réduire au creuset pour extraire le métal. On utilise ainsi des minerais à 10 °/₀, tandis que les anciens procédés ne permettaient d'employer que des sulfures très riches.

Dans une série d'essais fort intéressants, M. V. Hempel a montré qu'il n'est pas impossible de recueillir du zinc métallique en chauffant un mélange intime d'oxyde et de charbon dans un cubilot soufflé à l'air chaud. Il faut que les matières chargées soient complètement sèches. Les gaz sont aspirés par un ventilateur centrifuge qui les projette contre les parois d'un tambour en tôle. On recueille une poudre qui contient la plus grande partie du zinc à l'état métallique. Après l'avoir comprimé, on peut liquater le métal ou le distiller en vase clos presque sans perte.

XI. — Extraction de l'or.

L'industrie de l'or, si à la mode en ce moment, s'est enrichie depuis quelques années d'un nouveau procédé : la cyanuration. On lessive les minerais avec une dissolution contenant en moyenne 1 °/₀ de cyanure de potassium.

L'or dissous est précipité de la liqueur par du zinc très divisé. Le lessivage doit se faire sans agitation, par suite de la tendance du cyanure de potassium à se décomposer; pour la même raison, il faut saturer les liqueurs avec de la chaux quand les sulfures s'effleurissent et donnent des dissolutions acides. La consommation de cyanure est d'environ 500 grammes par tonne de minerai, et les frais de traitement peuvent se monter à 20 ou 30 francs. Dans quelques usines, on est arrivé à les réduire à 10 francs.

Ce traitement a été adopté dans le Transvaal pour les résidus d'amalgamation (Failings) : il permet d'extraire environ 75 °/₀ de l'or contenu et remplace avantageusement la chloruration, plus coûteuse. Il n'est pas démontré que le cyanure agisse sur l'or combiné, mais il dissout très bien l'or natif en parcelles ténues, ou l'or rouillé qui échappe à l'amalgamation pour des raisons physiques (parce qu'il surnage ou qu'il ne touche pas le mercure). La cyanuration convient donc aux minerais pyriteux ou ferrugineux ; mais on obtient de mauvais résultats avec ceux qui contiennent des sulfures de plomb et de zinc.

XII. — Collecteurs de poussière.

Le dépôt des poussières contenues dans les gaz des fourneaux a une grande importance au point de vue économique quand on traite des minerais argentifères; il a toujours son utilité au point de vue hygiénique. Autrefois, on se contentait de les faire circuler dans les longs conduits : aujourd'hui on cherche à multiplier les surfaces de contact refroidies, et à contrarier le mouvement des gaz. Les conduits sont faits en parois minces (tôle, ciment à ossature métallique, briques creuses, etc.); on les coupe par des plaques de tôle placées debout. A Tarnowitz les gaz traversent : 1° des fours où se trouvent des serpentins ou des jeux d'orgue, fermés par des tuyaux où circule un courant d'eau; 2° des chambres à fils, formées par de longs conduits voûtés, où l'espace est obstrué par une forêt de fils de fer pendant d'un treillis placé sous la voûte; ces conduits sont divisés par une cloison longitudinale qui force les gaz à monter, puis à redescendre en traversant deux fois cette espèce de filtre. Dans certaines usines américaines, les gaz, appelés par un ventilateur, se filtrent, au sortir des conduites, dans des sacs de mousseline fermant l'orifice d'un jeu de tuyaux.

Pour les manipulations des produits plombeux, on a adopté une série de mesures hygiéniques : les portes de travail, les trous de coulée, sont surmontés de hottes en tôle, avec appel d'air par un ventilateur ; on les dispose, autant que possible, de manière à faire tomber directement les produits dans des récipients couverts. Pour la désargentation, le soutirage du plomb liquide se fait avec des pompes, dans des appareils complètement fermés, etc.

Cette question a aussi son intérêt pour les hauts fourneaux, où les gaz combustibles doivent être bien épurés pour ne pas encrasser les appareils où on les brûle. Dans les usines récentes, on a multiplié les tambours en tôle sur le trajet des conduites de gaz. A Hayange on fait, en outre, filtrer les gaz à travers des couches de paille de fer.

Les essais faits jadis pour provoquer la condensation des fumées par des décharges alternatives paraissent abandonnés. Ce système, très efficace dans un espace confiné, aurait beaucoup moins d'action sur un courant d'air en mouvement.

U. Le Verrier,
Professeur de Métallurgie
au Conservatoire National des Arts et Métiers.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LE RELÈVEMENT DES CABLES SOUS-MARINS. — NOUVEAU TYPE DE LOCOMOTIVE MINIÈRE. — UNE NOUVELLE FORME DE TROLLEY

Depuis quelques années, depuis surtout que l'énorme développement donné par la Grande-Bretagne à son réseau de lignes sous-océaniques nous met, à l'égard de nos voisins, en état de si manifeste infériorité, notre commerce d'outre-mer, aussi bien que la défense de nos intérêts politiques en Afrique, en Asie et dans le monde entier, réclament la création et la multiplication de services télégraphiques appartenant exclusivement à la France. Au moment où l'attention du Parlement et du pays se porte sur ces grandes entreprises, il est utile d'examiner tous les perfectionnements techniques qui rendent de tels travaux plus pratiques et moins coûteux. De ce nombre sont les progrès récemment réalisés en Amérique pour réparer les câbles quand ceux-ci se trouvent endommagés en quelque point de leur parcours.

La réparation comprend plusieurs opérations bien distinctes :

1° La recherche et la localisation du défaut ;

2° Le relèvement du câble ;

3° La réparation proprement dite.

De la première et de la troisième partie, nous ne dirons rien en ce moment.

Relever un câble, c'est le saisir et le hisser à bord. Dans ce but, on attache à l'extrémité d'un long cordage un grappin avec lequel on racle, pour ainsi dire, le fond de la mer. Le grappin, dans sa forme la plus simple, est une sorte d'énorme hamecon pesant de 50 à 250 kilos et muni de 3 à 6 branches (fig. 1). Lorsque le câble est saisi, il augmente par sa résistance la tension sur le cordage, tension qui est indiquée à bord par un dynamomètre. Il ne reste plus alors qu'à relever doucement.

La recherche du câble au moyen de tels engins présente de nombreuses difficultés. Supposons, par exemple, que le fond de la mer soit rocailleux. Si le grappin vient à rencontrer une roche qu'il ne puisse soulever, il fait courir quelque danger au navire en menaçant de l'*étaler*, ou bien encore les branches, trop faibles pour résister, se brisent et l'on risque alors de traîner longtemps un objet devenu inutile.

Pour remédier à ces inconvénients, on utilise des grappins perfectionnés. Nous citerons, parmi les anciens modèles, le grappin Jamieson (fig. 2). Sa tige centrale T présente une partie filetée V, sur laquelle se visse une boîte en fer ou acier B portant les branches G par l'intermédiaire d'un pivot *p*. Les branches G présentent un prolongement *g* qui vient buter contre une sorte de piston P maintenu dans sa position par un fort ressort d'acier R. Lorsque le grappin rencontre un obstacle, les branches tournent autour de leur pivot et compriment le ressort R par lequel elles sont ramenées à leur première position une fois l'obstacle passé. En vissant plus ou moins la boîte B sur la tige T, on règle à volonté la tension du ressort et la force pour laquelle les branches peuvent pivoter.

Fig. 1.

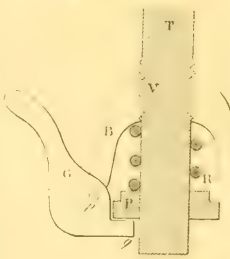


Fig. 2.

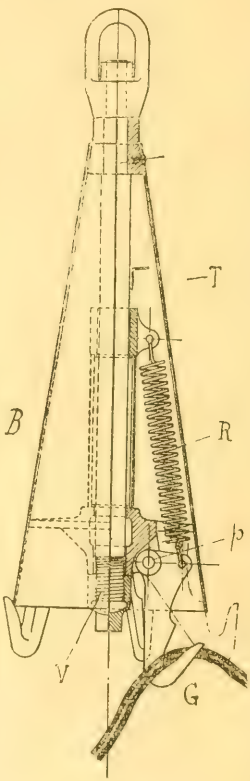


Fig. 3.

Fig. 1. — *Modèle de grappin.* — Fig. 2. — *Grappin Jamieson.* T, tige de fer; B, boîte en fer ou en acier; R, fort ressort d'acier; V, vis de la tige; G, branche du grappin; *g*, prolongement de la branche; P, piston; *p*, pivot. — Fig. 3. — *Grappin Johnson et Phillips.* T, tige de fer; B, boîte en fer ou en acier; R, fort ressort d'acier; V, vis de la tige; G, branche du grappin.

Le modèle Johnson et Phillips qui nous est signalé par *the Electrical Review* [1], est un perfectionnement du grappin Jamieson. Nous y retrouvons (fig. 3) les organes précédemment décrits : le pas de vis V, le ressort R, le pivot *p*, etc. La boîte B est considérablement agrandie et capable de recouvrir et de protéger les branches G lorsqu'un obstacle les fait pivoter. On évite ainsi les ruptures qui peuvent encore se produire avec le grappin Jamieson. En outre, avec ce dernier modèle, les branches lâchent le câble dans leur mouvement de rotation si elles l'ont déjà saisi. Au contraire, avec le nouveau système, les branches sont susceptibles de conserver le câble même lorsqu'elles sont repoussées sous la boîte.

Les mêmes inventeurs ont aussi produit un modèle de grappin destiné aux terrains mous, dans lesquels

[1] Numéro du 4 janvier 1895.

le câble s'enfonce et devient insaisissable pour les grappins ordinaires. Ce nouveau type se compose essentiellement d'un corps et de deux branches (fig. 4 et 5) qui sont tous les trois de forme plane : le plan du corps est perpendiculaire au plan des branches. Lorsque ce grappin est en service, c'est le corps qui repose sur le fond de la mer et glisse, de sorte que l'une des branches, grâce à sa faible épaisseur, pénètre facilement et fouille les couches boueuses dans lesquelles le câble se trouve enterré.

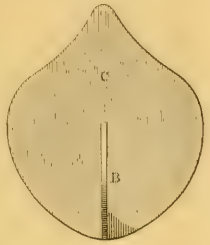


Fig. 4.

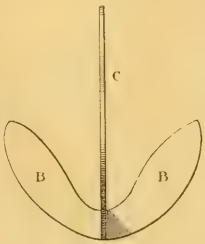


Fig. 5.

Fig. 4. — *Grappin Johnson et Phillips* projeté sur un plan perpendiculaire au plan des branches. — Fig. 5. — *Grappin Johnson et Phillips* projeté sur un plan parallèle au plan des branches. C, corps du grappin; B, branches.

Chaque sorte de travail exige des instruments d'une forme qui lui soit particulière. Une machine destinée à fonctionner dans des galeries souterraines peut avoir un aspect absolument différent de celui que possède une machine construite dans un but analogue, mais fonctionnant à la surface du sol. Par exemple, la locomotive minière que nous représentons ci-contre [1] ne ressemble guère aux locomotives ordinaires, pas même à celles qui sont mues par l'électricité. Cette locomotive, tout récemment construite par la *Jeffrey Manufacturing Company*, remplit des conditions toutes spéciales de solidité et de simplicité, et ses différentes parties en sont facilement accessibles, bien qu'elles soient protégées très soigneusement par une forte carcasse extérieure.

Cette machine peut développer en moyenne 80 chevaux. Mais l'élasticité de ses moteurs permet d'augmenter considérablement cette puissance. Elle a traîné en palier, et à une vitesse de 15 kilomètres à l'heure, 65 wagons pesant chacun à peu près 550 kilos et portant une tonne et demie de charbon, soit, en tout, environ 136 tonnes. Son poids total n'atteint pas 10 tonnes. Elle est surtout précieuse par l'exiguïté de ses dimensions : sa longueur ne dépasse guère 3 mètres, sa largeur est de 1 m. 50 environ pour des voies de 1 m. 10, et sa hauteur au-dessus des rails, de 0 m. 85. Le rapprochement de ses roues lui permet d'aborder des courbes très prononcées et des galeries très étroites. Elle peut donc passer par des chemins inabordables pour les mulets ou les chevaux. Elle procure, rien que de ce chef, une très notable économie et mérite à ce titre d'être signalée à nos ingénieurs.

Les tramways électriques à câble aérien prennent le courant qui leur est nécessaire au moyen d'une petite poulie métallique qui roule le long du câble, et que l'on appelle généralement de son nom américain, le *trolley*, ou encore le *trolly*. L'un des ennuis de ce système est que le trolley glisse parfois hors du câble. Le tramway, séparé alors de sa source d'énergie, reste en panne, et il faut quelquefois, pour remettre les choses en bon état, une lutte assez longue entre le mécanicien et le trolley récalcitrant.

Dans la nouvelle forme de trolley (fig. 7) que nous signale *the Street Railway Review*, un guide, retenu par un ressort, est placé de chaque côté de la poulie. Ces guides maintiennent le système dans sa position régulière et l'y ramènent si le trolley a réussi à sauter hors du câble. Quand on atteint un croisement de fils, les ressorts cèdent et il n'y a aucune interruption de courant; l'obstacle passé, les ressorts ramènent les guides à leur place.

A. Gay,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

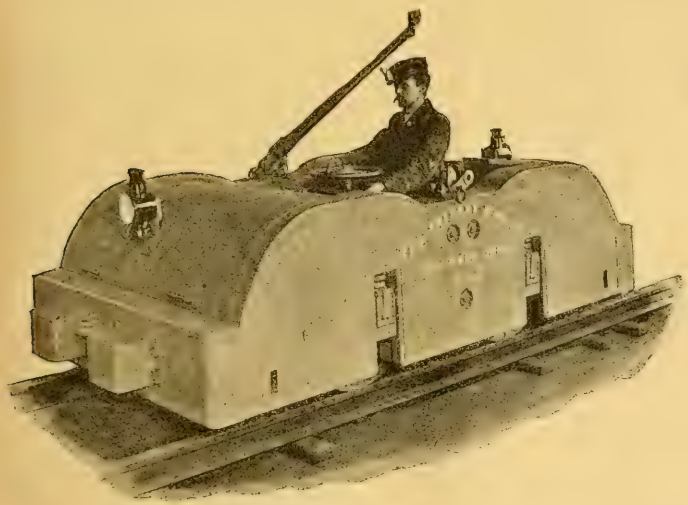


Fig. 6. — *Nouveau type de locomotive minière.*

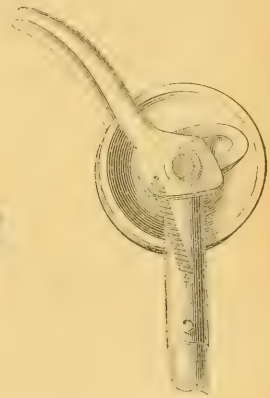


Fig. 7. — *Nouveau système de Trolley.*

[1] D'après *Electrical Industries*. Janvier, 1895.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Lallemand (Ch.), *Ingénieur en Chef des Mines, Directeur du Service du Nivellement général.* — **Rapport présenté à la Commission extra-parlementaire du Cadastre, sur l'état actuel du Bornage des propriétés en France.** — 1 *vol. in-4°, Imprimerie Nationale, Paris,* 1895.

Les fraudes et les contestations sur la contenance des propriétés foncières ont été de tout temps fort nombreuses, facilitées trop souvent par l'incertitude qui règne sur les héritages. Le cadastre actuel n'a pas tenu ses promesses : comme il a été fait d'après la jouissance du moment, et sans que les limites des propriétés eussent été préalablement et contradictoirement fixées, il est vite descendu à l'état de simple document pour l'assiette de l'impôt, et n'a pas tardé à se trouver aussi dépourvu d'autorité que les livres terriers conservés encore aujourd'hui dans quelques communes. Aussi sa réfection est-elle urgente.

Le décret du 30 mai 1891 a institué, au Ministère des Finances, une Commission extra-parlementaire pour préparer la réforme. Le premier soin de cette Commission a été de se renseigner exactement sur l'état de choses existant. La Commission a provoqué sur tout le territoire une enquête pour déterminer la valeur de nos plans cadastraux et la façon dont sont actuellement bornées les propriétés. Ce sont les résultats de la seconde partie de cette enquête, confiée à des Comités départementaux, que M. Ch. Lallemand a condensés dans un fort intéressant Rapport.

Après avoir défini le bornage en général (que l'on confond trop souvent avec la délimitation, alors que le premier n'est que l'indication sur le terrain, à l'aide de signes matériels, des lignes divisoires fixées par la seconde), et en particulier les diverses sortes de bornage, l'auteur étudie chacune de ces dernières. Le bornage continu est fort usité dans l'ouest; le bornage discontinu est, au contraire, le plus employé dans le nord et surtout dans l'est de la France. Comme type de bornage discontinu bien compris, le Rapport décrit celui auquel on procède actuellement en Alsace-Lorraine, où l'on refait le cadastre ; c'est, à peu de chose près, le système appliqué en Prusse et dans le grand-duché de Bade.

Dans l'est de la France, on emploie beaucoup, sous le nom d'*abornement général*, un système de délimitation collective des propriétés qui, en même temps qu'il fixe les limites par des bornes, favorise le redressement de celles qui sont sinueuses ou irrégulières, les échanges de parcelles en vue du remembrement des héritages, et la création des chemins d'exploitation. Cette opération, décrite en détail par M. Lallemand, n'a d'autre base légale que l'article 646 du Code civil; comme elle mérite d'être encouragée, il serait désirable qu'elle fût comprise parmi celles que notre législation consacre comme exécutables par voie de syndicats agricoles.

L'enquête a prouvé qu'il existait en France 61.746.120 propriétés, d'une contenance totale de 52.798.336 hectares, et d'une contenance moyenne de 85 ares. Plus de la moitié de ces propriétés et près des deux tiers de leur superficie sont matériellement délimités; mais les divers modes de bornage employés sont loin de définir avec une certitude complète les parcelles. Ce qui le prouve bien, c'est l'énormité de la charge que les contestations relatives aux limites font annuellement peser sur la propriété foncière. Une enquête parallèle à celle des Comités départementaux, faite par les procureurs généraux, et dont les résultats sont aussi consignés dans le travail en question, permet d'affirmer que cette charge n'est pas inférieure à un million et demi de francs. Il est donc bien désirable que la réfection de notre cadastre ne se fasse plus longtemps attendre. Le Rapport de M. Lallemand est certainement fait pour hâter la réalisation de cette réforme.

Gérard Lavergne.

Kraft (F.), *Privat-docent à l'Université de Zurich.* — **Abriss des geometrischen Kalküls, nach den Werken des Professors D. Herman Günther Grassmann bearbeitet** (*Précis de calcul géométrique rédigé d'après les théories de Grassman*), 1 *vol. in-8° de* VII. 256 *p. Teubner, Leipzig,* 1895.

Le livre de M. Kraft est un exposé élémentaire des idées de Grassmann en matière de calcul géométrique. Le professeur Hermann Günther Grassmann (1809-1877) est bien connu des géomètres par ses nombreux travaux sur la « mathématique générale », sur la génération des courbes planes, etc.

Le calcul géométrique a pour but de représenter par les notations de l'algèbre les constructions mêmes de la géométrie. Il diffère de la géométrie analytique en ce qu'il s'attaque directement aux figures, sans passer par l'intermédiaire des coordonnées. Il est évident qu'au fond les deux procédés ne sont pas distincts ; mais le calcul géométrique offre ses résultats sous une forme plus condensée, tout en étant, à notre avis du moins, moins suggestif, moins propre à l'invention et plus à la démonstration.

Quoi qu'il en soit, les principes du calcul géométrique sont très simples. Le « vecteur » est un segment de droite défini en longueur, direction et sens. Là « composition » des vecteurs concourants par la règle du parallélogramme ou du parallélipipède est représentée par l'addition algébrique. Le « produit » de deux ou trois vecteurs concourants est l'aire du parallélogramme ou le volume du parallélipipède construits sur ces vecteurs... Pour indiquer les rotations, on fait usage de coefficients symboliques, lesquels affectent les lettres représentatives des vecteurs. Par exemple la rotation à 90° d'une droite dans un plan est indiquée par l'imaginaire ordinaire $i = \sqrt{-1}$. En effet, deux pareilles rotations ne changent que le sens du vecteur, $i^2 = -1$; quatre rotations replacent le vecteur sur lui-même, $i^4 = 1$. Tout cela mène droit à la notion des quaternions, qui sont fournis par une sorte particulière des multiplications symboliques.

Les conceptions de Grassmann, telles qu'elles sont développées par M. Kraft, ont bien des affinités avec les travaux de Chasles, Cauchy, Poncelet, de Jonquières, Bellavitis, Hamilton, Saint-Venant, Möbius et bien d'autres. Nous ne chercherons pas à délimiter la part exacte de chacun de ces savants, encore moins discuterons-nous avec M. Kraft sur les mérites du « mathématicien de génie » Grassmann. Nous nous permettrons une seule remarque : l'auteur aurait pu, croyons-nous, insister davantage sur les faits *nouveaux* fournis par les procédés expliqués (son maître Grassmann en a découvert beaucoup sur la génération des cubiques planes, etc.) au lieu de s'attacher à *retrouver* la géométrie et la trigonométrie classiques, les propriétés des déterminants, etc.

Il résulte de là que le livre, d'ailleurs intéressant, a un caractère un peu indécis, bien abstrait pour un manuel d'étudiant, bien élémentaire pour un traité de haute science.

Léon Autonne.

2° Sciences physiques.

Colson (R.), *Capitaine du génie, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.* — **La Perspective en Photographie.** — *Un vol. in-18 avec fig.* (*Prix* 1 *fr.* 50). *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1895.

La photographie tend de plus en plus à devenir un moyen graphique capable de produire des œuvres d'art. Elle a même sur les autres le grand avantage de pouvoir donner facilement la fidélité dans la perspective. Mais, pour que la sensation procurée à l'œil par l'image obtenue ne déforme pas la perspective, et produise un effet exact, il est nécessaire d'appliquer certains principes. Ce sont ces principes que M. Colson expose très clairement dans sa brochure, dont nous recommandons la lecture à tous les photographes, amateurs ou professionnels, qui désirent produire de véritables œuvres d'art. La théorie est réduite aux notions indispensables rendues aussi élémentaires que possible ; aussi cet ouvrage est-il d'un accès facile à tous ceux qui s'occupent de photographie. Gaston-Henri NIEWENGLOWSKI.

Minel (Pol), *Ingénieur des Constructions navales.* — **L'Electricité appliquée à la Marine.** — *Un volume petit in-8° de* 200 *pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire dirigée par M. Léauté, membre de l'Institut.* (*Prix : broché,* 2 *fr.* 50; *cartonné,* 3 *francs.*) — *Gauthier-Villars et fils, G. Masson, Paris,* 1895.

M. Minel a déjà écrit dans l'Encyclopédie des Aide-Mémoire deux petits livres intitulés : *Introduction à l'électricité industrielle,* tomes I et II.

Sa nouvelle étude « l'Electricité appliquée à la Marine » apporte à ces ouvrages un complément qui sera très apprécié de toutes les personnes qui s'occupent des applications de l'électricité à la Marine. L'auteur a réuni dans un nouveau volume un ensemble très complet de renseignements relatifs aux installations d'éclairage électrique à bord des navires et au matériel spécial qui leur est affecté.

M. Minel, en sa qualité d'ingénieur de la Marine, a pu apprécier le personnel d'élite qui aide les ingénieurs dans leur tâche et qui cherche toutes les occasions de s'instruire. C'est à ce personnel que sont destinés les premiers chapitres de son livre, dans lesquels il décrit rapidement la dynamo Gramme et la dynamo Desroziers, dont les applications sont très nombreuses dans notre marine; les divers modes d'excitation des dynamos à courants continus y sont décrits avec une grande clarté.

Une étude toute particulière est consacrée au fonctionnement des dynamos conduites directement par des moteurs à vapeur dans les diverses conditions de régime imposées à ces derniers. On se rend compte que l'auteur a eu l'occasion d'approfondir les questions relatives à la régularisation des moteurs des machines électriques. Les principes sur lesquels est établi le fonctionnement des moteurs électriques sont l'objet de quelques développements assez étendus.

Le chapitre VI traite spécialement des accumulateurs et résume les principales notions relatives à ces appareils, dont les applications acquièrent dans la Marine, de jour en jour, plus d'importance, notamment en ce qui concerne les sous-marins.

L'auteur étudie ensuite les diverses lampes électriques en usage dans la Marine en insistant d'une façon spéciale sur les particularités du fonctionnement des foyers à arc dont la puissance atteint des valeurs élevées dans les projecteurs installés soit à bord des navires, soit à terre pour la défense des rades.

Les derniers chapitres sont plus spécialement consacrés aux installations proprement dites d'éclairage, et aux dispositions prises pour établir à bord la canalisation des divers appareils.

Quelques exemples empruntés à divers navires en service terminent cette intéressante étude, qui présente certains aperçus originaux et qui renferme en peu de pages un grand nombre d'utiles renseignements.

A. CRONEAU.

Held (Alfred), *Professeur à l'Ecole de Pharmacie de Nancy.* — **Les Alcaloïdes de l'Opium.** — 1 *vol. in-8° de* 238 *p.* (*Prix :* 6 fr.). *Rueff et Cie, éditeurs. Paris,* 1895.

A l'heure actuelle, — c'est presque une banalité de le répéter, — il y a peu de sciences qui soient l'objet de recherches aussi suivies et aussi variées que la science chimique. Le nombre d'hommes qui la pratiquent peut s'appeler légion, et les usines qu'elle alimente se comptent par milliers, tant sur le continent européen qu'en Angleterre, en Amérique et dans les autres parties du monde.

Les corps que la nature élabore, ont été les premiers à être soumis aux investigations des chercheurs. Pendant une assez longue période, les savants se sont bornés à étudier les meilleurs procédés d'extraction des principes actifs contenus dans les corps organisés, et à en étudier les applications. Les progrès de la science aidant, l'apparition des méthodes synthétiques a naturellement élargi le champ d'étude et provoqué l'ambition légitime d'une reconstitution systématique de tous les corps qui sont à notre portée. Dans cette poursuite, pour ainsi dire fébrile, de la recherche, dans ce labeur incessant, l'ouvrier de la science n'est pas toujours guidé exclusivement par l'idée spéculative, et l'espoir de tirer quelque profit matériel de son travail le hante souvent. Il est superflu de rappeler que le laboratoire de l'industriel a, en effet, réussi à remplacer, dans bien des cas, celui de la Nature. Or, ces longues, patientes et minutieuses recherches, entreprises par les savants de toutes les régions du globe, publiées dans des recueils de langues variées, nécessitent un travail bibliographique assujettissant et pénible. Aussi sommes-nous heureux de constater que, depuis quelque temps, il se manifeste une tendance à recueillir, sous la forme de monographies, tous les faits concernant une série, un chapitre ou même un groupe de corps bien déterminés.

C'est dans cet esprit que MM. Daremberg et Charles Girard ont entrepris la publication d'un certain nombre de volumes de leur *Bibliothèque de Chimie pratique*, éditée par MM. Rueff et Cie avec un soin, et je dirai même un luxe que peu d'ouvrages de ce genre ont encore atteint.

Un des premiers de la série est celui sur les *Alcaloïdes de l'Opium*, rédigé par M. A. Held. En raison de ses fonctions, l'auteur, qui connaît à fond le sujet, non seulement l'a traité en chercheur désireux d'épargner aux hommes de laboratoire le laborieux travail bibliographique ; mais il a encore songé aux praticiens, aux pharmaciens, en leur indiquant, dans un premier chapitre, la composition de l'Opium, l'extraction, la séparation des alcaloïdes qu'il contient, le titrage et les principaux usages de cette drogue précieuse.

Les douze chapitres suivants sont consacrés chacun à un alcaloïde important contenu dans l'Opium. C'est ainsi que sont traitées la morphine, la codéine, la pseudomorphine, la thébaïne, la codamine, la papavérine, la méconidine, la narcotine, l'oxynarcotine, l'hydrocotarnine, la gnoscopine, la méconine. Chacun de ces alcaloïdes est étudié dans sa composition, sa constitution, dans les réactions qui le caractérisent et dans ses dérivés. Les propriétés physiologiques mêmes sont esquissées. — L'ouvrage se termine par la toxicologie de l'Opium.

En résumé, cette monographie de l'Opium sera utile non seulement au savant qui désire continuer l'étude des principes contenus dans cette substance, mais encore au praticien, qui y trouvera des renseignements précieux à tous les points de vue, l'ouvrage étant au courant des recherches les plus récentes.

A. HALLER,
Correspondant de l'Institut,
Directeur de l'Institut chimique de Nancy.

Soret (A.), *Professeur de Physique au Lycée du Havre.* — **Cours théorique et pratique de Photographie. Tome II.** — 1 *vol. in-18° de* 320 *p. avec* 52 *fig.* (*Prix :* 3 *fr.*). *Société d'Editions Scientifiques. Paris,* 1895

3° Sciences naturelles.

Gastine (G.). — Sur la résistance au Phylloxera des Vignes américaines. Moyens de la mesurer. — *Une brochure de 16 pages. Aux bureaux du « Progrès agricole et viticole », Montpellier.*

Le nom de M. G. Gastine impose la lecture de ce travail à tous ceux que préoccupe l'avenir de la viticulture française. Ils y trouveront l'exposé d'un plan méthodique d'observations à l'effet d'apprécier la résistance de chaque cépage aux attaques du Phylloxera.

Cuénot (L.), *Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Nancy.* — L'influence du Milieu sur les Animaux. — *Un vol. petit in-8°, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, dirigée par M. H. Léauté, de l'Institut. (Prix : Broché, 2 fr. 50; Cartonné, 3 francs). Gauthier-Villars et fils et G. Masson, Paris, 1895.*

Le *milieu*, les influences extérieures, agissent sur les animaux à des degrés variables, et, si l'un des facteurs vient à être modifié, il se produit chez les êtres vivants des changements plus ou moins profonds. L'étude de ces modifications, de leur importance, de leur durée, de leur transmission par hérédité, etc., offre aux naturalistes un vaste champ d'observations et elle donne l'occasion d'aborder une quantité de questions d'une haute portée philosophique. Mais les données relatives à l'influence du milieu sur les êtres vivants se trouvent disséminées dans un grand nombre de mémoires et n'avaient jamais fait l'objet d'un travail d'ensemble. M. Cuénot s'est donné la tâche de réunir les principales observations relatives à cette étude, de les coordonner et de les résumer pour les faire rentrer dans le cadre d'un Aide-Mémoire.

L'ouvrage est divisé en trois parties. La première traite de l'influence sur les animaux des *facteurs primaires :* nourriture, température, lumière, pression, espace, sels minéraux, humidité, etc.; elle se termine par une étude de l'adaptation des animaux marins à l'eau douce et des animaux d'eau douce à l'eau salée. Dans la deuxième partie intitulée : *Influence du milieu sur la sexualité, la reproduction et le développement*, M. Cuénot étudie d'abord l'action des circonstances extérieures sur la formation des sexes; cette action est fort curieuse : les circonstances favorables, nutrition abondante, optimum de température et de lumière, etc. déterminant la production de femelles. Il passe ensuite à l'influence du milieu sur la stérilité et sur les différents modes de reproduction asexuelle, et à l'étude de la néoténie ou prolongation de la vie larvaire. Le dernier chapitre, consacré à l'étude de l'*adaptation aux différents milieux*, traite surtout des modifications produites chez les animaux par les phénomènes de convergence, la dessiccation, les facteurs cosmiques, puis par l'adaptation à la vie dans les îles, dans les grands fonds, ainsi qu'à la vie pélagique.

De cette étude M. Cuénot conclut que, lorsque les conditions de milieu d'un individu changent, il arrive *souvent* (mais pas toujours) que cet individu (ou sa progéniture) se modifie, et, si les produits peuvent continuer à vivre dans le milieu nouveau, il en résultera la production d'une variété ou d'une espèce nouvelle. Mais il faut se garder d'exagérer, comme le font les néo-Lamarkistes tels que Cope et Semper, la part qui revient au milieu dans la formation des espèces : le rôle principal revient à la sélection, ainsi que le veulent les Darwinistes.

Le livre de M. Cuénot est intéressant et rempli de faits. Il sera lu avec plaisir par tous ceux qui s'intéressent aux sciences naturelles et aux problèmes philosophiques qu'elles soulèvent. On peut, en particulier, le recommander aux jeunes naturalistes, qui pourront se convaincre, en le lisant, qu'il ne suffit pas de s'enfermer dans un laboratoire pour faire de la zoologie; de plus, ils se rendront compte de l'intérêt que présente l'étude des animaux dans la Nature même et dans le milieu où ils évoluent. Dr R. Kœhler.

Parona (C.), *Professeur de Zoologie à l'Université de Gênes.* — L'elmintologia italiana da' suoi primi tempi all' anno 1890. Storia, sistematica, corologia e bibliographia. — *Un vol. in-4° de 734 pages avec une carte. (Prix : 25 francs). Genova, 1894.*

M. Corrado Parona, professeur de Zoologie à l'Université de Gênes et auteur de travaux d'helminthologie très appréciés, vient de consacrer à l'histoire de l'helminthologie italienne un véritable monument. Dans un fort beau volume, publié par ordre et aux frais du municipe de Gênes, il nous donne un historique très complet de cette branche spéciale des sciences médico-naturelles en Italie, depuis l'Antiquité latine jusqu'à l'année 1890. Il distingue trois périodes successives : la première s'étend de l'époque romaine à Francesco Redi ; la seconde va de Redi (1626-1694) à F. de Filippi (1814-1867); la troisième, ou époque moderne, commence avec de Filippi et Ercolani (1819-1883). Cette division en trois périodes est très rationnelle et correspond assez exactement aux trois grandes étapes parcourues par les sciences naturelles. L'œuvre de chaque auteur est résumée brièvement ; les résultats essentiels en sont mis en lumière, sobrement, mais avec précision.

La seconde partie est un catalogue des helminthes rencontrés chez les animaux d'Italie. C'est, si l'on veut me permettre cette expression, un « von Linstow italien », c'est-à-dire un compendium d'helminthologie qui ne tient compte que des observations faites en Italie. Dans une première liste, les helminthes sont classés suivant leur ordre zoologique; dans une seconde liste, qui renvoie à la précédente, ils sont énumérés suivant l'ordre zoologique de leurs hôtes.

La troisième partie traite de la chorologie, c'est-à-dire de la « distribution des helminthes dans les diverses régions et provinces italiennes. » L'auteur énumère, avec références bibliographiques à l'appui, les helminthes observés jusqu'en 1890 dans chaque province : on passe ainsi successivement en revue le Piémont, la Lombardie, la Sicile, etc., puis le Tessin, le Trentin, Trieste, Nice et Malte ! Vraiment, cette introduction de l'irrédentisme dans une question purement scientifique est faite pour nous surprendre : elle ne s'explique par aucune raison plausible, et M. Parona (qu'il nous permette cette réflexion toute amicale, sur le sens de laquelle il ne saurait se méprendre) a cédé trop facilement à un courant d'idées qui entraîne malheureusement, faut-il croire, jusqu'aux meilleurs esprits. Que viennent faire ici le Tessin, qui depuis des siècles appartient à la Suisse ; Trieste et le Trentin, qui depuis des siècles appartiennent à l'Autriche? J'admets que M. Stossich, de Trieste, soit cité pour ses travaux sur les helminthes de Vénétie ; j'admets encore, à la grande rigueur, qu'il soit fait mention de ses intéressantes études sur les helminthes d'Istrie et de Croatie, puisque M. Stossich écrit en italien. Mais je ne comprends pas la raison qui a pu déterminer l'auteur à citer aussi les travaux de Wedl et de Pintner, faits à Trieste, mais publiés à Vienne, en langue allemande, les observations de Marston, faites à Malte, mais publiées à Londres en langue anglaise.

La quatrième partie, qui comprend près de 300 pages, est un index bibliographique très complet de tous les travaux publiés en langue italienne ou sur des helminthes d'Italie, en comprenant cette expression géographique dans le sens irrédentiste, comme il vient d'être dit. Chacun des 1146 travaux cités est analysé succinctement.

Enfin, l'ouvrage se termine par une liste alphabétique des 894 espèces d'helminthes citées dans la seconde partie, ainsi que par diverses tables.

Les critiques qui précèdent ne touchent pas, on le comprend, au fond même de l'ouvrage. Celui-ci s'adresse sans doute à un petit nombre de spécialistes ; il leur sera fort utile et on doit louer sans réserve M. Parona d'avoir conçu et exécuté ce livre, qui lui a

coûté de longues recherches bibliographiques. Il montre d'une façon saisissante dans quelle mesure considérable l'Italie a contribué aux progrès de l'helminthologie, fondée par Francesco Redi, l'un de ses plus illustres savants.

R. Blanchard.

4° Sciences médicales.

Marfan (Dr), *Professeur agrégé, Médecin des Hôpitaux.* — **La Péritonite tuberculeuse chez les Enfants.** *Leçons faites à l'Hôpital des Enfants-Malades.* — 1 *vol. in-8° de* 100 *pages* (*Prix* : 2 *fr.*) *G. Carré, Paris*, 1895.

M. Marfan a réuni sous ce titre les leçons qu'il fit sur ce sujet à l'hôpital des Enfants Malades. C'est d'une œuvre de clinique pure qu'il s'agit. L'auteur s'est guidé sur ses propres observations.

Chez l'enfant, la péritonite chronique est presque toujours tuberculeuse. Mais il s'en faut que l'invasion du péritoine par le bacille de Koch donne toujours lieu au même complexus symptomatique. La tuberculose revêt des formes variables. Elle peut être localisée ou généralisée. Localisée, elle porte son action vers un ou plusieurs des organes abdominaux; généralisée, elle envahit tout le péritoine, soit d'une façon aiguë, soit en suivant une marche chronique.

Aiguë, la péritonite tuberculeuse fait partie de la bacillose miliaire aiguë, généralisée presque d'emblée dans l'universalité des organes, ou bien elle représente un des épisodes de cette forme de tuberculose qui frappe particulièrement les membranes séreuses. Dans ces deux cas, l'attention ne se porte pas uniquement sur le péritoine.

Chronique, la péritonite est plus intéressante en soi-même, parce que le péritoine est le point capital de la localisation morbide.

C'est à cette étude que M. Marfan consacre la plus grande partie de ses leçons.

La péritonite tuberculeuse chronique est fréquente dans la seconde enfance, surtout entre sept et douze ans. Diverses voies servent au bacille tuberculeux pour gagner le péritoine. L'intestin, les ganglions mésentériques iliaques, les organes génitaux, sont indiqués par de sérieuses observations comme point de départ de la tuberculose péritonéale. Mais M. Marfan, tout en reconnaissant la possibilité de ces faits, ne croit pas que ce soit là le moyen ordinaire de la pénétration du bacille. La propagation au péritoine d'une bacillose pleuro-pulmonaire antérieure n'est elle-même acceptable que dans la moitié des cas environ. C'est à une contamination par la voie sanguine que s'arrête de préférence M. Marfan pour établir le mécanisme habituel de cette infection.

La tuberculose chronique du péritoine se traduit par trois formes : l'ascite tuberculeuse chronique, la péritonite fibro-caséeuse, et la péritonite fibro-adhésive. Toutes trois, à des degrés divers, sont susceptibles de guérir.

L'ascite tuberculeuse est la plus curable. Elle débute par des douleurs vagues, des coliques suivies de selles faciles, quelquefois pâles, mal colorées par la bile, et un appareil fébrile modéré. L'ascite apparaît insidieusement, sans développement des veines sous-cutanées abdominales. Les signes fugaces de pleurésie s'observent souvent aux bases du poumon. Puis, tout s'efface, et il ne reste plus que l'ascite. Celle-ci peut disparaître totalement ou bien laisser quelques noyaux indurés disséminés dans le ventre.

La péritonite fibro-caséeuse est d'ordinaire la suite de la précédente. L'ascite diminue, s'enkyste. On trouve des zones irrégulières de matité et de sonorité. Le ventre est inégal, bosselé, présente ces masses appelées gâteaux péritonéaux, quelquefois rassemblées dans l'épiploon, qu'elles transforment en corde épiploïque. On perçoit, par la palpation, des frottements qui déterminent parfois un bruit particulier, le cri intestinal. Les troubles digestifs, la fièvre, l'amaigrissement s'accentuent et aboutissent à la cachexie. Les signes pulmonaires et les symptômes douloureux sont inconstants.

Le péritoine est souvent ici transformé en une cavité multiloculaire par les adhérences nombreuses qui relient les divers viscères et les anses du paquet intestinal. Il s'ensuit des kystes, des collections purulentes, quelquefois même stercorales qui, limitées et traitées chirurgicalement, peuvent guérir. Le phlegmon péri-ombilical en est une variété. En outre, des phénomènes de compression sont la conséquence de la répartition irrégulière des masses caséeuses dans l'abdomen. Elles rétrécissent le calibre des anses et provoquent une occlusion plus ou moins complète; elles compriment les veines et déterminent des œdèmes; elles englobent les nerfs et amènent des névralgies rebelles. Enfin, les lésions péritonéales peuvent être l'origine d'une tuberculisation généralisée.

La péritonite fibro-adhésive est encore l'aboutissant de la tuberculose. Il se produit une sorte de symphyse intestinale. Elle est en général apyrétique; progressivement, elle produit de graves désordres nutritifs, l'atrophie des annexes digestives et la consomption. A cette forme appartiennent encore les complications dues à la compression, à la sténose des divers segments du tube digestif.

En terminant l'exposé clinique des formes de la péritonite tuberculeuse, M. Marfan entre dans quelques détails sur l'occlusion intestinale au cours de cette affection. Puis, il donne les indications du traitement médical et du traitement chirurgical.

D'une lecture facile, d'une compréhension aisée, systématiquement débarrassées des obscurités théoriques pathogéniques, ces leçons constituent une monographie claire, où M. Marfan a mis au point l'étude d'un sujet important de pathologie infantile.

Dr A. Létienne.

Nicolas (Dr Ad). — **Manuel d'Hygiène coloniale.** — *Un vol. in-8° de* 100 *pages* (3 *fr.*). *Félix Alcan*, éditeur, 108, *boulevard Saint-Germain. Paris*, 1895.

En 1893, la Société française d'Hygiène avait mis au concours la rédaction d'un manuel d'hygiène coloniale. Une Commission avait été instituée pour étudier les mémoires envoyés, et c'est en recueillant tous les documents adressés à la Société que M. Nicolas a rédigé le présent ouvrage. Déjà le Dr Nicolas, qui avait dirigé le service sanitaire d'une des grandes entreprises du canal de Panama, et avait pu juger, sur les chantiers d'Emperador et de la Culebra, de l'importance de l'hygiène dans les travaux conduits en pays tropicaux, avait écrit un livre fort intéressant sur les chantiers, en pays paludéen. Il était donc particulièrement désigné pour composer ce manuel.

Le livre débute par l'étude du campement, qui est exposée avec beaucoup de précision. Les conditions hygiéniques d'un premier établissement influent considérablement sur l'avenir d'une colonie nouvelle ; le choix d'une eau potable, l'enlèvement des *nuisances*, la mise en culture des terrains avoisinant les chantiers sont autant de mesures sanitaires qui peuvent modifier rapidement un pays.

La seconde partie est consacrée à l'étude des conditions de résistance du colon aux influences débilitantes et pathologiques qui l'entourent. Quand il s'agit des pays malariens, il faut malheureusement reconnaître que, pendant les premières années, alors que les terrains ne sont pas encore assainis, il est presque impossible d'éviter les attaques. La race nègre elle-même, si elle est moins atteinte par les accès de fièvre intermittente, est éprouvée fortement par la cachexie. M. Nicolas insiste avec raison sur ce fait constant, quoique bien peu connu, que les troupes indigènes paient presque toujours à la maladie un tribut plus lourd que les troupes européennes. Mais, quand il s'agit d'entreprise industrielle, il est nécessaire encore de tenir compte des aptitudes de chaque

race, modifiée souvent par les mœurs. J'ai souvent entendu nos ingénieurs du canal de Panama se louer des nègres de la Jamaïque, alors que les nègres de la Martinique, citoyens français, étaient des travailleurs insupportables, indisciplinés et par suite moins résistants.

Les conseils que donne le Dr Nicolas à propos des blancs sont excellents et ils sont certainement inspirés par son séjour à ce canal interocéanique. Et quand il écrit : « Le rapatriement est toujours notre pierre d'achoppement », peut-être a-t-il dans l'esprit cette dépêche d'un agent supérieur de la Compagnie du Canal auprès de qui un ingénieur demandait un rapatriement pour un de ses employés français : « Un enterrement coûte moins cher qu'un rapatriement. » Trop souvent, nos colons qui s'exilent n'ont pas obéi en France aux règles banales de l'hygiène, et le lourd tribut qu'ils payent ensuite est souvent du aux tares organiques ou nouvelles qu'ils emportent avec eux. Puisse ce livre éclairer les uns et arrêter les autres !

Dr P. Langlois.

5° Sciences diverses.

Rebière (A.), *Examinateur d'admission à l'Ecole Spéciale militaire de Saint-Cyr.* — **Les Femmes dans la Science**, *Conférence faite au cercle Saint-Simon.* — 1 *vol. in-8° de 86 pages.* (*Prix.* 1 *fr.* 50.) *Nony, éditeur, Paris*, 1894

M. A. Rebière, à qui l'on doit l'intéressant ouvrage intitulé *Mathématiques et Mathématiciens*, a fait, au cercle Saint-Simon, une conférence sur un sujet aussi curieux qu'ignoré : *Les Femmes dans la Science.*

Le savant conférencier a passé successivement en revue les six mathématiciennes les plus célèbres ; Hypatie, Emilie du Châtelet, Marie Agnesi, Sophie Germain, Marie Somerville et Marie Kowalewski. Nous en extrayons les intéressants passages qui suivent :

Hypatie était la fille de Théon, mathématicien, naturaliste, professeur de l'Ecole d'Alexandrie. Aucune femme peut-être n'a réuni autant de gloire, de beauté et de sagesse qu'Hypatie : on vantait son éloquence ; sa voix était qualifiée de divine ; sa beauté était célébrée partout ; on lui écrivait : *à la Muse, à la philosophe*, à Alexandrie.

Emilie de Breteuil, plus tard marquise du Châtelet, qui savait, outre le français, le latin, l'anglais, l'italien, eut pour maîtres de sciences Maupertuis, Clairaut, Jean Bernoulli, Kœnig, et le P. Jacquier. Nous citerons cette appréciation de Voltaire, dont elle fut l'amie pendant quinze ans : *Une femme qui a traduit et éclairci Newton est vraiment un grand homme*, et cette autre d'Ampère : *Madame du Châtelet est un génie en géométrie.*

Marie Agnesi, l'oracle des sept langues, savait, outre l'italien, sa langue maternelle, le latin, l'hébreu, l'allemand, l'espagnol, le grec et le français. A dix-neuf ans elle avait soutenu dans son salon cent quatre-vingt-onze thèses philosophiques. Pour obéir à son père, Marie Agnesi passe de la philologie et de la philosophie aux sciences proprement dites, pour lesquelles elle se passionne bientôt. Le pape Benoît XIV félicita la mathématicienne et lui donna une couronne de pierres précieuses et une médaille en or. Il la nomma *lectrice* (professeur) *de sciences à Bologne.*

Sophie Germain, née en 1776, indignée et épouvantée par la Terreur, n'osant plus sortir, se plongea dans l'*Histoire des Mathématiques* de Montucla et se sentit attirée irrésistiblement vers les sciences. Elle lut Bezout, malgré sa famille, la nuit, enveloppée dans ses couvertures, tandis que l'encre gelait dans l'encrier. Elle étudia principalement la Physique mathématique, les Mathématiques générales, puis la Philosophie. Voici quelques opinions compétentes sur Sophie Germain : *C'est probablement la personne de son sexe qui a pénétré le plus profondément dans les mathématiques, car ici il n'y a point de Clairaut.* (Biot.) « *Elle fut plus profonde mathématicienne que la marquise du Châtelet et que Marie Agnesi, dont elle eut l'esprit philosophique.* » (Chasles). De Prony l'appelle « *l'Hypatie du XIXe siècle.* »

Mary Somerville avait pour père l'amiral écossais Fairfax. Enfant, elle faisait des collections, observait les astres, étudiait la chimie, avait un maître à danser et faisait quatre heures de piano par jour. Elle confectionnait ses habits elle-même et apprenait la cuisine chez un pâtissier, quand elle aperçut un jour, pendant une visite chez une amie de sa mère, à la fin d'un journal de modes, une espèce de problème avec des x et des y. On lui dit que c'était de l'algèbre, et dès ce jour elle ne cessa de s'occuper des sciences.

Elle est morte à 92 ans comblée d'honneurs : la reine d'Angleterre lui accordait une pension ; Victor-Emmanuel lui avait donné une grande médaille d'or ; elle faisait partie de la plupart des Académies.

Sophie Kowalevski descendait de Mathias Corvin, roi de Hongrie, protecteur des lettres et des sciences ; elle était fille du général d'artillerie Krukowski, commandant l'arsenal, et petite-fille du général Schubert, mathématicien et topographe. Elle apprit à lire seule et commença l'étude des mathématiques à 14 ans. Elle suivit des cours à Berlin, où l'éminent géomètre Weierstrass consentit à lui donner pendant trois ou quatre ans des leçons de mathématiques. L'Université de Gœttingue lui donna le titre de Docteur en philosophie et de Maîtresse des arts libéraux, sans oral, sur la production de trois thèses originales très remarquables.

Sophie Kowalewski mourut jeune (41 ans) d'une attaque de pleurésie foudroyante. Elle fut, suivant Kronecker, « *une des plus rares investigatrices dans les mathématiques* ».

Le conférencier se propose de nous apprendre quelles sont les femmes qui ont travaillé aux progrès des sciences (*les savantes professionnelles, les simples curieuses, les collaboratrices, les protectrices*), et il recevrait avec reconnaissance les documents, notes ou indications sur ce sujet. Nous joignons notre demande à la sienne en priant nos lecteurs d'adresser les renseignements à M. Rebière (librairie Nony, 17, rue des Ecoles, à Paris).

L. Barré.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs.* 509e, 512e *et* 513e *livraisons.* (*Prix de chaque livraison*, 1 *fr.*) *H. Ladmirault et Cie*, 61, *rue de Rennes, Paris*, 1895.

Les 512e et 513e livraisons renferment : une monographie de la ville et du gouvernement de *Kiew* (Russie), illustrée de magnifiques dessins, par M. Th. Volkrow ; une description de la ville et du gouvernement de *Houang-Toung* (*Canton*) ; un article sur la race des *Khirgis*, son habitat, ses mœurs ; une description, due à la plume d'un de nos collaborateurs, M. E. Haug, de l'étage jurassique qui porte le nom de *Kimeridgien*, avec ses divisions, ses principaux faciès et les fossiles caractéristiques qu'on y rencontre ; une curieuse étude du Dr Saury sur la *Kleptomanie* (monomanie du vol) ; deux articles d'un de nos collaborateurs, M. le Dr P. Langlois sur la noix de *Kola* et ses propriétés physiologiques et sur le *Koumis* (lait de jument fermenté) ; l'histoire de la dynastie chinoise des *Kin*, par M. E. Chavannes ; enfin de nombreuses biographies, en particulier celle de *Kirchhoff*, physicien allemand, par M. A. Joannis ; celle de *Klaproth*, chimiste allemand qui a découvert et étudié plusieurs terres rares ; celle du grand général français *Kléber*, par M. E. Charavay ; celle du patriote polonais *Kosciuszko*, par M. Trawinsky ; celle du célèbre homme d'Etat et orateur hongrois *Kossuth*, par M. E. Sayous ; celle d'un autre homme d'Etat, le prince *Kong*, qui vient d'être remis à la tête des affaires de la Chine, par M. Ed. Chavannes ; celle du grand réformateur écossais *John Knox*, par M. Ch. Langlois ; celle de trois grands littérateurs allemands : *Klopstock*, par M. E. Bailly ; *Kleist*, un des grands romantiques du commencement du siècle, et *F. de Kotzebue.*

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 Janvier 1895.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts adresse une ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. **Hautefeuille** dans la Section de Minéralogie. — M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. **Gaston de Saporta**. — M. **Hergott**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie, adresse ses remerciements. — MM. **Prillieux** et **Cornu** prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Botanique.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Le Roy** montre que la méthode d'approximations successives, au moyen de laquelle M. Poincaré a résolu le problème de Dirichlet, ne réussit pas seulement pour l'équation de Laplace, mais s'applique encore au refroidissement d'un corps solide par communication. — M. le Gal **Venukoff** communique les principaux résultats du nivellement de précision récemment fait en Russie; le plus important d'entre eux est l'identité bien établie des niveaux des trois mers : Baltique, Noire et d'Azof.

2° Sciences physiques. — M. **S. Millet** adresse un projet de communication avec la planète Mars. — M. **R. Pictet** adresse une note intitulée : Etude de la constitution des liquides et de leurs vapeurs aux températures voisines du point critique par les dissolutions de corps solides dans ces liquides. — M. le Ministre des Affaires étrangères transmet une lettre de Santiago du Chili, relative au tremblement de terre du 27 octobre 1894. — M. l'Inspecteur général de la navigation adresse les états des crues et diminutions de la Seine observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle pendant l'année 1894. — M. **P. Villard** rapporte certaines expériences qui établissent nettement la dissolution des solides dans les vapeurs, sans qu'il soit nécessaire pour cela d'invoquer l'existence, au delà du point critique, de vésicules liquides en suspension dans la vapeur. — M. **Jules Garnier** tire les conclusions suivantes de l'examen de l'action d'un courant électrique sur une série de métaux sulfurés en fusion. 1° Le soufre combiné aux métaux, à l'état fondu, à l'abri de l'air et traversé par un courant électrique, les électrodes étant du charbon, au moins l'anode, s'élimine peu à peu. 2° Dans un mélange de sulfures métalliques fondus, à l'abri de l'air, traversé par un courant électrique, la conductibilité du mélange reste homogène à chaque instant, augmentant peu à peu par suite de l'élimination successive du soufre; les métaux et le soufre restant se groupent entre eux de façon que chaque tranche élémentaire du bain, prise perpendiculairement au sens du courant, ait la même conductibilité électrique. — M. **Moissan** a préparé un borure de fer cristallisé par l'action du chlorure de bore sur le fer réduit ou par l'action du bore sur le fer. Il est constitué par des cristaux brillants de densité 7,15 à 18°, attaquables par le chlore au rouge et susceptibles de brûler dans l'oxygène; leur véritable dissolvant est l'acide nitrique et, par conséquent, l'eau régale. — M. **P.-P. Dehérain** présente, au nom de l'Association des anciens élèves de M. Fremy, une brochure intitulée : « Edmond Fremy, 1814-1894 ». — M. **Duponchel** adresse deux nouvelles notes concernant l'adaptation des principes de la nouvelle théorie cosmogonique à l'interprétation des formules dans les combinaisons chimiques. — M. **A. Ditte** examine en détail l'action du monosulfure de potassium sur le sulfure de bismuth amorphe et déduit de là un procédé permettant d'obtenir ce sulfure bien cristallisé. — M. **A. Villiers** étudie l'influence des divers facteurs qui interviennent dans la transformation du sulfure de zinc amorphe en sulfure cristallisé, savoir : la dilution, l'alcalinité de la liqueur, les sels étrangers, le mode de lavage. — M. **A. Besson** a préparé le chlorobromure et le bromure de carbonyleen faisant agir le bromure de bore $BoBr^3$ sur l'oxychlorure de carbone; ce sont deux liquides, très dilatables sous l'action de la chaleur, dont la vapeur irrite les yeux et les voies respiratoires en provoquant une suffocation suivie d'oppression; ils sont lentement décomposables par l'eau froide et beaucoup plus rapidement à 100° au contact du mercure. — M. **A. Rosenstiehl** a reconnu que la soude, agissant sur une solution alcoolique de violet cristallisé : $A^3 \equiv C.Cl$, donnait naissance à des corps de la forme générale $A^3 \equiv C.OR$ qui sont des dérivés du méthane-oxyméthane $CH^3.O.CH^3$; leur existence et leur mode de formation font ressortir à nouveau la fonction alcoolique des rosanilines. — M. **C. Tanret** s'est demandé si l'action de l'anhydride acétique sur les alcools donnait les mêmes résultats en présence de l'acétate de soude fondu ou du chlorure de zinc; les sucres stables se comportent de la même façon, les saccharoses et les polysaccharides fournissent des résultats différents; le glucose ordinaire donne naissance à trois éthers pentacétiques cristallisés que l'auteur appelle les pentacétines α, β et γ et dont il expose les propriétés. — M. **Delépine** a déterminé le poids moléculaire de l'hexaméthylène-amine et étudie son action sur les acides minéraux, la nature de sa fonction basique, la formation des dérivés de substitution, et les produits de l'hydrogénation. — MM. **H. Lecomte** et **A. Hébert** ont fait l'étude botanique du *Koumounou* ou *Coula* du Congo français et l'étude chimique de ses graines et de l'huile qu'on en retire. L'huile de Koumounou, qui est de la trioline presque pure, offre le curieux exemple d'une matière grasse contenant un seul acide. — M. **Antoine de Saporta** expose un nouveau procédé pratique de dosage du calcaire dans les terres arables, qui n'exige, comme matériel, qu'un bon densimètre, un thermomètre du genre de ceux de l'alambic Salleron et un matras jaugé. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Kaufmann** établit de nouveaux faits relatifs au mécanisme de l'hyperglycémie et l'influence du système nerveux sur la glycosoformation et l'histolyse. — M. **Sabatier** donne encore quelques points de la spermatogenèse chez les Sélaciens et montre qu'il y a un parallélisme de processus extrêmement frappant entre la spermatogenèse chez les Sélaciens, chez les Crustacés décapodes, et plus spécialement chez les Carides, chez les Locustides. — M. **Boutan** a étudié le mode de fixation des Acéphales à l'aide du byssus. L'auteur montre que les Arches sont obligées, pour se fixer, de rejeter l'ancien byssus, lorsqu'un décollement a eu lieu, pour en sécréter un nouveau. Les jeunes peuvent se fixer à l'aide de l'ancien organe conservé. — M. **Le Dantec** étudie l'adhérence des Amibes aux corps solides et expose que l'adhérence se produit par attraction moléculaire. — M. **J. Chatin** fournit de nouvelles observations histologiques sur les adaptations fonctionnelles de la cellule épidermique chez les Insectes. — M. **B. Renault** a découvert quelques Micrococcus dans le Stéphanien, terrain houiller supérieur. Ce sont de petites sphères, libres ou soudées par deux, de 2,2 μ de diamètre. Ce *M. hymenophagus* complétait l'action destructive du

M. Guignardi. — M. **Sipière** traite le mildew par un procédé nouveau, le lysolage. La solution à 5 p. 1000 de lysol est pulvérisée, comme le sulfate de cuivre, mais produit une économie annuelle de 28 °/₀. Il faut faire 3 opérations par an : 1° du 20 au 30 avril; 2° du 1er au 8 mai; 3° du 1er au 8 juin. — M. **Prunet** a étudié la chytridiose du Mûrier. — M. **Stanislas Meunier** a effectué des recherches expérimentales sur les conditions qui ont déterminé les caractères principaux de la surface lunaire.

J. Martin.

Séance du 4 Février 1895

M. le Secrétaire perpétuel annonce la perte douloureuse que l'Académie vient de faire dans la personne de M. **Arthur Cayley**, correspondant de la Section d'Astronomie depuis 1863. — La Section de Botanique présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. Duchartre : 1° M. **L. Guignard**; 2° MM. **Baillon, G. Bonnier, Ed. Bureau, Maxime Cornu, Prillieux, B. Renault, Zeiller.**

1° Sciences mathématiques. — M. **Hermite** lit une notice sur M. Cayley; il rappelle qu'il a fondé la théorie des formes et donné à l'art analytique les notions d'invariants et de covariants qui ont franchi les bornes de l'algèbre et jouent maintenant un rôle considérable dans la théorie des équations différentielles. — M. **H. Poincaré** généralise certaines propriétés des fonctions abéliennes par la considération des fonctions spéciales, c'est-à-dire de celles qui doivent leur origine à une courbe algébrique de genre p, p étant le nombre de variables de la fonction abélienne. — M. **Arnaudeau** soumet un travail portant pour titre : « Table des nombres triangulaires de 1 à 100,000, suivie d'une table des tangentes naturelles de 0° à 90°, pour des angles variant de 30″ en 30″ avec textes explicatifs. » — M. le Secrétaire signale un ouvrage de M. **Charles Henry** intitulé : « Abrégé de la théorie des fonctions elliptiques. » — M. **Brocard** adresse une note sur le catalogue des travaux mathématiques annoncés ou publiés dans les Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie. — M. **J. J. Landerer** communique le résultat de l'observation du passage de l'ombre du quatrième satelliste de Jupiter, qui a eu lieu le 25 janvier, pour une distance du satellite au périjove de son orbite de 10°23′ seulement, en même temps qu'il était éloigné de 84°59′ du nœud le plus voisin, ce qui constitue un ensemble de circonstances qui ne doit se reproduire qu'après un espace de deux siècles. Les résultats de l'observation s'accordent avec ceux prévus par les calculs de M. Souillart. — M. **J. Guillaume** adresse ses observations du soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner) pendant le quatrième trimestre de 1894; le nombre des taches diminue ainsi que celui des facules. — M. **Eugène Laye** expose une méthode analytique et graphique pour le calcul des poutres droites continues solidaires avec leurs piliers; cette méthode nouvelle s'applique quelles que soient les liaisons des piliers avec leur fondation, que ceux-ci soient encastrés à leur base ou reposent sur rotule. — M. **Guyou** présente un nouveau modèle de propulseur dont l'idée lui a été suggérée par les expériences de M. Marey sur la natation des poissons. Une manivelle, calée sur l'arbre moteur, conduit, par l'intermédiaire d'un mécanisme quelconque, un point sur une courbe fermée dont le plan est parallèle à la quille; une deuxième manivelle, faisant avec la précédente un petit angle, imprime à un second point un mouvement identique sur une courbe placée un peu en arrière de la précédente : ce second point est en retard sur le premier d'un intervalle constant, et lorsque le rapport de la vitesse du navire à celui de la machine sera tel que l'espace parcouru dans cet intervalle soit celui qui sépare les deux courbes, le second point décrira la même trajectoire que le premier dans le liquide.

2° Sciences physiques. — M. **Vaschy** établit que, dans le langage de Maxwell, le vecteur $\frac{h}{4\pi k}$ est le déplacement électrique; sa dérivée est la densité du courant de déplacement, et le vecteur $\frac{h}{\rho}$ est la densité du courant de conduction. Le vecteur résultant de ces deux densités est la densité du courant total. Il en résulte ce fait que les propriétés admises par Maxwell à titre d'hypothèses sont mathématiquement exactes; seuls le langage et les idées sur la nature des phénomènes sont à modifier. — M. **G. Moreau** introduit dans les équations du mouvement lumineux une force constante pour le cas des milieux absorbants; l'application de cette théorie à l'étude d'un corps cristallisé dans le système rhomboédrique et qui présenterait le pouvoir rotatoire le conduit à prévoir l'existence d'une dispersion rotatoire anormale identique à la dispersion de la fuchsine. — M. **Georges Meslin** montre que si l'on tient compte des chemins réellement parcourus, on trouve, pour le biprisme de Fresnel, un retard nul en chaque point, si l'on suppose négligeable l'épaisseur de verre traversée; le retard en un point provient donc, non de la différence géométrique des deux chemins, mais bien de la différence des deux retards imprimés par les épaisseurs de verre traversées dans l'appareil qui se comporte, en un mot, comme formé de deux lamelles de verre d'épaisseur différente et dont la différence varie avec le point où l'on étudie l'action. L'expérience confirme ces conclusions du calcul. — M. **Raoul Pictet** a étudié l'influence des basses températures sur la puissance d'attraction des aimants artificiels permanents et reconnu que cette attraction augmente sensiblement quand la température diminue. — M. **Ducla** adresse un mémoire intitulé : « Contraction au moment de la formation d'un corps composé; classifications faites d'après ces contractions. — M. **Berthelot** communique les résultats obtenus par lord **Rayleigh** et M. **William Ramsay** et la découverte de l'argon, nouveau gaz constitutif de l'atmosphère [1]. La solubilité du gaz s'élève à 40 centimètres cubes par litre vers 12 à 14°; M. Olszewski le liquéfie et trouve que son point critique est à —121°, sous une pression de 50 atm.,6; son point d'ébullition est à —187° sous une pression de 740 millimètres. Le rapport des chaleurs spécifiques à pression et à volume constants conduit à regarder la molécule comme monoatomique. — M. **A. Rosenstiehl** montre que l'iodure de méthyle forme, avec les triamines complexes $A^3 = C - R$, deux séries de combinaisons incolores : 1° La première renferme un seul atome d'azote totalement saturé. Les composés de cette classe échangent le radical R avec un radical d'acide et se transforment en matières colorantes. 2° La deuxième série, formée par l'addition de 3 molécules d'iodure de méthyle, renferme trois atomes d'azote totalement saturés. Le groupe R, dans ce cas, ne s'échange plus contre un radical d'acide et ne se colore plus. — M. **G. Bertrand** montre que la laccase, substance diatasique contenue dans le latex de l'arbre à laque du Tonkin, est un agent provocateur de l'oxydation. L'hydroquinone et le pyrogallol s'oxydent rapidement en présence de l'air et d'une trace de laccase; il y a formation de quinone dans le premier cas et de purpurogalline dans le second. — M. **Battandier** a reconnu que tous les phénols en solution sulfurique donnent avec la chélidonine une belle coloration d'une intensité et d'une pureté extraordinaires, dont la teinte varie d'un phénol à l'autre. — M. **A. Michel-Levy** a étudié la réfringence des auréoles polychroïques des minéraux; lorsque les auréoles sont bien développées, à contours francs, à teintes foncées, la réfringence de la partie pigmentée est nettement supérieure à celle du corps non modifié et la différence entre les indices de réfraction similaires peut dépasser, notamment dans la cordiérite, une décimale du deuxième ordre.

C. Matignon.

[1] Voir cette *Revue :* 1894, p. 958, et 1895, p. 89 à 107.

3° Sciences naturelles. — M. **Ed. Bureau** présente l'état actuel des études sur la végétation des colonies françaises, des pays de protectorat français, et montre les heureux résultats acquis et les desiderata pour certains pays. — M. **L. Roule**, dans un travail sur le développement du corps chez la Crevette et l'Ecrevisse, montre que le développement terminé et le corps achevé, ce dernier est courbé en deux dans l'œuf. Cette courbure s'établit d'emblée par la formation d'une fente de clivage qui pénètre dans la cicatricule, la divise en deux plans et grandit avec ces derniers.—M. **Perez** a observé la production des femelles et des mâles chez les Méliponites.—M. **Em. Mer** établit l'influence de l'état climatérique sur la croissance des arbres. — M. **Cayeux** signale l'existence de nombreux débris de Spongiaires dans les phtanites du précambrien de Bretagne; les Spongiaires rencontrés appartiennent aux ordres des *Monactinellidæ*, *Tetractinellidæ*, *Lithistidæ* et peut-être des *Hexactinellidæ*. — MM. **Sayn** et **Lory** montrent l'existence d'un Delta sous-marin dans le Crétacé supérieur, près de Châtillon-en-Diois.— M. **Oustimovitch** adresse une note sur les phénomènes de la nutrition dans l'organisme animal.

J. Martin.

Séance du 11 Février 1895.

M. **L. Guignard** est élu membre dans la Section de Botanique, en remplacement de feu M. Duchartre.

1° Sciences mathématiques. — M. **Faye** présente les tomes IV et V des Annales de l'Observatoire de Nice qui contiennent les inégalités du premier ordre de la planète Vesta produites par l'action de Jupiter, un catalogue de 505 nébuleuses très faibles, observées au grand équatorial de Nice, les observations météréologiques faites sur le versant nord du mont Gros et les observations magnétiques suivies d'une étude des perturbations des éléments. — M. **J. W. Rasch** adresse un mémoire intitulé : Le mesurage du cylindre. — M. **Emile Borel** considère un développement de Taylor: $\sum \frac{A_n}{B_n} z^n$, où A_n et B_n sont des entiers réels et complexes, premiers entre eux, et démontre qu'en supposant $B_n < M$ où M est un nombre déterminé, B_n renferme des facteurs premiers dont le module augmente indéfiniment avec n, si le développement représente une fonction méromorphe. — M. **J. Beudon** montre que la méthode de M. Darboux permet de ramener à l'étude d'équations différentielles ordinaires l'intégration d'un système complètement intégrable, tel qu'à partir d'un certain ordre p, les dérivées d'ordre $p' \geqq p$, sauf l'une d'entre elles, s'expriment en fonction de cette dernière et des dérivées d'ordre inférieur. — M. **Wickersheim** adresse une démonstration du postulatum d'Euclide. — M. **Drillon** présente une note relative à un bélier horizontal.

2° Sciences physiques. — M. **J. Cauro** établit qu'il ne faut employer les bobines à double enroulement que pour des résistances faibles ; si la résistance augmente, on introduit une erreur de capacité qui peut être plus grande que celle que l'on veut éviter. La capacité se fait sentir dans les bobines à enroulement simple; elle peut devenir prépondérante si la résistance est assez grande, de façon à donner une self-induction apparente négative ; enfin, ces effets de capacité sont négligeables dans les mesures faites avec les ponts de Wheatstone ordinaires. — M. **A. Blondel**, après avoir établi la notion du flux lumineux, en donne une idée concrète, indépendamment de la cause qui le produit, par l'indication d'une méthode générale et directe de mesure de ce flux, reposant sur les propriétés de la diffusion par transmission. — M. **Ch. Fabry** montre que les formules ordinaires des lames minces s'appliquent sans modification au phénomène du passage de la lumière à travers une lame mince dans le cas de la réflexion totale. — M. **A. Ponsot** a étudié l'abaissement du point de congélation des dissolutions étendues de chlorure de sodium et reconnu que, pour des dissolutions très étendues, cet abaissement est toujours proportionnel au poids de sel existant dans 100 grammes de dissolution, ce qui contredit les résultats énoncés par Jones, Arrhénius, Loomis et Pickering. — M. **C. Fitzgerald** adresse un mémoire sur une nouvelle théorie de la précipitation atmosphérique de l'eau. — M. Cornu lit un rapport sur un travail de M. **Hardy** relatif à l'application des vibrations sonores à l'analyse de deux gaz de densités différentes et en particulier à la recherche du grisou. La méthode repose sur la variation de la hauteur du son rendu par un tuyau sonore alimenté par un gaz dont on fait varier la densité ; cette variation devient très sensible pour la production de battements. — M. **Jacquiot-Constant** adresse une note relative à un projet de téléphotoscope. — M. **Garrigou-Lagrange** établit des relations nouvelles entre les mouvements barométriques sur l'hémisphère nord et les mouvements en déclinaison du Soleil et de la Lune. — MM. **Berthelot** et **André** ont étudié la répartition de l'alumine dans les plantes ; elle peut exister dans les plantes annuelles pourvues de racines abondantes et profondes, mais elle n'arrive aux feuilles qu'en dose infinitésimale. — M. **Henri Moissan**, en faisant agir la chaleur produite par un arc électrique dont l'intensité est variable, sur un mélange d'acide titanique et de charbon, a obtenu : 1° le protoxyde bleu de titane, 2° l'azoture de titane fondu, Ti^2Az^2, 3° le titane fondu ou un carbure cristallisé $Ti\,C$. Le titane fondu est le corps le plus réfractaire obtenu jusqu'ici au four électrique ; il est plus infusible que le vanadium ; on ne peut le préparer qu'au moyen de l'arc produit par une machine de 100 chevaux. L'ensemble de ses propriétés le rapproche nettement des métalloïdes et en particulier du silicium. — MM. **A. Haller** et **A. Guyot** ont préparé quelques dérivés de la phénolphtaléine et particulièrement la diéthylphtaléine, soit par l'action du chlorure de phtalyle sur le phénétol en présence du chlorure d'aluminium, soit par celle de l'iodure d'éthyle sur la dissolution d'une molécule de phtaléine dans deux molécules d'éthylate de sodium. — M. **A. Ditte** analyse les diverses actions de l'acide sulfhydrique sur les dissolutions d'or et celles d'un sulfure alcalin sur le sulfure d'or. — M. **A. Villiers** indique une méthode générale pour déterminer la cristallisation des précipités qui consiste à congeler complètement le dissolvant où le précipité se réunit dans la partie centrale du bloc de glace en subissant une pression considérable. L'auteur applique sa méthode aux sulfures de zinc et de manganèse et à l'hydrate d'oxyde de cuivre. — MM. **E. Jungfleisch** et **Léger** ont constaté que la cinchonigine est dimorphe; cette base fournit le premier exemple d'un corps dimorphe possédant le pouvoir rotatoire moléculaire spécifique. Les deux formes se changent facilement l'une dans l'autre; la forme clinorhombique est stable à la température ordinaire, la forme orthorhombique l'est vers 35°. — M. **Etard** expose ses idées sur la pluralité des chlorophylles et donne la description d'une deuxième chlorophylle isolée dans la luzerne, à laquelle il donne le nom de médicagophylle β; ce nouveau composé répond à la formule $C^{42}H^{63}AzO^{14}$. — M. **A. Rosenstiehl** compare les formules des dérivés colorés et celles des dérivés incolores de l'hexaméthyl-triamidotriphénylméthane et déduit quelques remarques générales sur leur constitution. — M. **Louis Henry** donne le mode de préparation et les propriétés d'un éther d'un genre nouveau : le lactate de méthylène, à la fois éther d'acide et éther d'alcool. — M. **A. Andouard** a comparé la valeur agricole du phosphate d'alumine du Grand-Connétable à la valeur des principaux phosphates de chaux fossiles connus et reconnu que son assimilation était plus rapide et qu'il donnait les meilleurs résultats.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **E. Sans** adresse une note sur un procédé de destruction du phylloxera. —

M. F. Le Dantec étudie le rapport de la forme générale à la composition du corps chez les Protozoaires ; il résulte que les fonctions de la vie individuelle s'accompliraient dans le protoplasma, en l'absence du noyau, si l'on supposait maintenue constante, par un procédé quelconque, la composition de ce protoplasma ; des expériences de M. Balbiani, on peut d'ailleurs conclure que chaque forme d'Infusoire est caractéristique d'une composition chimique déterminée, ne se maintenant constante qu'en présence du noyau. — M. Audouard fait une étude de la valeur agricole du phosphate d'alumine du Grand-Connétable. — M. A. Lacroix rend compte des phénomènes de contact de la lherzolite des Pyrénées. Les roches sédimentaires modifiées, appartenant au jurassique inférieur, sont des calcaires, des marnes calcaires et des grès. J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Février 1895.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la Ire Division (Médecine). MM. Liégeois (de Bainville-aux-Saules, Vosges) et Teissier (de Lyon) sont élus.

M. Laveran présente un rapport sur deux mémoires du Dr Bonnal concernant la chaleur de l'homme pendant le mouvement, et le mécanisme de la mort sous l'influence de la chaleur. — M. J.-V. Laborde continue sa communication sur la valeur comparative des différents procédés employés dans le traitement de la mort apparente en étudiant les procédés d'insufflation. Il montre que, dans l'insufflation bouche à bouche, l'air ne pénètre presque pas dans les voies respiratoires et n'agit que comme simple excitant réflexe sur la muqueuse buccopharyngée et laryngée. Dans l'insufflation à l'aide du tube laryngien, l'air pénètre en plus grande quantité dans le poumon, mais y agit surtout comme excitant de la muqueuse broncho-pulmonaire, et non comme aliment respiratoire et hématosique. D'ailleurs, cet air, qui est de l'air expiré par le praticien, contient une notable quantité d'acide carbonique qui exerce plutôt une action nocive sur le sang. Aussi, l'insufflation laryngée ne devrait-elle être pratiquée qu'avec la poire à insuffler. Le procédé du soufflet est le meilleur de tous, mais il est difficilement applicable dans le cas de l'asphyxie des nouveau-nés. — M. le Dr Galezowski lit un mémoire sur les affections oculaires qu'il a observées en Perse.

Séance du 12 Février 1895.

Le Président annonce à l'Académie la mort de M. Regnault, ancien président, et lève la séance en signe de deuil. Il annonce également la mort de M. Farge (d'Angers), Correspondant dans la Ire Division.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la IIe Division (Chirurgie). MM. J. Boekel et Combalat sont élus.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 2 Février 1895.

M. Mathias-Duval expose une théorie histologique des actes cérébraux, basée sur les travaux anatomiques de Golgi et de Ramon y Cajal, qui ont montré qu'il n'y avait pas *continuité* dans toute l'étendue du système nerveux, mais simple *contiguïté* des prolongements des cellules nerveuses. M. Mathias-Duval considère les extrémités des cellules nerveuses comme douées de mouvements amiboïdes leur permettant de s'allonger ou de se rétracter, de s'approcher ou de s'éloigner. Pendant le sommeil, ces extrémités sont rétractées et éloignées les unes des autres ; la transmission des excitations ne peut plus avoir lieu, d'où impossibilité de percevoir des sensations. — MM. Courmont et Doyon ont trouvé que l'intoxication diphtérique expérimentale produit, après une période d'incubation plus ou moins longue, une forte hypothermie. Dans une seconde note, ils étudient les lésions intestinales produites par la toxine diphtérique ; celle-ci donne lieu à une vaso-dilatation intense, puis à la formation d'une entérite pseudo-membraneuse. — MM. Surmont et Gaudier (de Lille) ont étudié les inflammations chroniques de la mamelle et reconnu qu'elles étaient dues au staphylocoque blanc. — M. Marinesco a observé des connexions entre le corps strié et le lobe frontal. — M. P. Masoin a dosé l'oxyhémoglobine dans le sang de trois myxœdémateux. — M. Retterer a étudié le développement des synoviales tendineuses et des bourses muqueuses chez le lapin. — M. de Silvestri présente quelques observations sur l'étiologie de la dysenterie.

Séance du 9 Février 1895.

M. Nocard a constaté la présence fréquente de microbes dans le sang, même normal. En outre, les microbes peuvent passer de l'intestin dans les chylifères, surtout après le repas et à la faveur des globules graisseux. — M. Rénon a étudié la résistance des spores de l'*Aspergillus fumigatus*. — M. Contejean, continuant ses études sur l'incoagulabilité du sang après une injection intra-veineuse de peptone, a trouvé que cette incoagulabilité devait être attribuée à une substance formée dans l'organisme sous l'influence de la peptone, et que cette substance se formait dans le foie et les masses intestinales. — M. Noé a étudié l'élimination des médicaments dans les néphrites et les crises urinaires. — M. Lépine (de Lyon) envoie une réclamation de priorité au sujet de la théorie émise dans la séance précédente par M. Mathias-Duval. Ce dernier réplique que ses idées sont plus générales et plus compréhensives que celles de M. Lépine. — M. Galippe démontre qu'un grand nombre de calculs formés dans l'organisme sont d'origine microbienne. — M. Azoulay montre les dessins de coupes de la substance corticale du cervelet.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 1er Février 1895.

M. Hurmuzescu étudie la force électromotrice d'aimantation. C'est de 1881 que date la première expérience dans laquelle on ait pu manifester l'influence de l'aimantation sur les phénomènes chimiques. Si on verse du sulfate de cuivre dans une cuvette de fer mince posée sur les pôles d'un électro-aimant, le cuivre se dépose suivant des lignes normales aux lignes de force, par suite suivant des lignes équipotentielles. Depuis, de nombreux expérimentateurs ont repris cette question, mais ils sont en désaccord sur le sens de la force électromotrice d'aimantation. Les uns trouvent que le fer aimanté est négatif par rapport au fer neutre, c'est-à-dire que le premier est plus attaquable par l'acide que le fer neutre. D'autres concluent à un résultat opposé. Les recherches théoriques de MM. Duhem et Janet confirment la seconde opinion. M. Hurmuzescu a repris cette étude. Il a substitué l'électromètre capillaire au galvanomètre. De cette façon, il peut employer des liquides très résistants contenant très peu d'acide et produisant une attaque plus régulière. Puis il s'affranchit des phénomènes de polarisation des sels de fer et aussi des variations de résistance du sel suivant son orientation dans le champ. Il prend des électrodes à la Wollaston dont le fil a une section notable, bien plane, et d'une orientation déterminée par rapport au champ. Ces électrodes plongent dans les deux branches verticales d'un tube de verre en U qui contient la dissolution à étudier. Une seule des deux branches est placée dans le champ d'un fort électro-aimant. Le liquide employé a été une dissolution faible d'acide acétique ou d'acide oxalique, et les électrodes ont été formées tantôt d'un métal magnétique comme le fer ou le nickel, tantôt d'un métal diamagnétique, comme le bismuth. Les résultats se partagent en deux groupes, suivant que l'électrode est disposée normalement au champ magnétique, ou, au contraire, dans la direction

du champ. Dans le premier cas, quel que soit le sens de l'aimantation, le fer aimanté est toujours positif par rapport au fer non aimanté. La courbe qui représente la force électromotrice d'aimantation en fonction de l'intensité du champ s'élève constamment, en présentant un point d'inflexion pour un champ de 2.400 unités. La courbe du nickel a la même allure que celle du fer, mais les valeurs de la f.e.l.m. sont beaucoup plus faibles. Avec le bismuth, ces valeurs sont tellement faibles qu'on ne peut que caractériser le sens du phénomène. L'électrode aimantée est négative par rapport à celle qui ne l'est pas. L'auteur s'est alors proposé d'obtenir théoriquement l'expression de la force électromotrice d'aimantation. Le principe de la conservation de l'énergie lui fournit, sous certaines hypothèses, une expression en harmonie avec les résultats de l'expérience. M. Hurmuzescu signale en passant qu'il a observé parfois une contraction de volume des sels de fer. Il aborde ensuite l'étude du second cas dans lequel l'électrode est disposée suivant la direction du champ. Lorsque l'électrode placée dans le champ magnétique plonge dans une dissolution exempte de sel de fer, c'est-à-dire non magnétique, on rencontre encore une force électromotrice de même sens que dans le cas précédent, mais beaucoup plus faible. L'électrode placée dans le champ est donc encore positive par rapport à l'autre. Mais, lorsque dans la dissolution il se forme un sel de fer, on voit la force électromotrice diminuer et même changer de signe lorsque la dissolution devient riche en sel de fer. C'est probablement la divergence des résultats obtenus suivant le degré de concentration qui est la cause du désaccord entre les travaux des expérimentateurs précédents. — M. **Janet** rappelle les résultats qu'il a démontrés en 1887 sur cette même question et montre comment il avait cherché à les vérifier expérimentalement. Il a démontré par l'application du principe de l'équivalence, indépendamment de toute hypothèse, que la chaleur de combinaison du fer dans un champ magnétique est nécessairement plus petite qu'en dehors du champ. Ce point, difficile à vérifier par le calorimètre, il a cherché à le contrôler indirectement par la force électromotrice. Celle-ci doit diminuer quand on prend une pile dont le pôle négatif est formé par du fer ou du nickel, et qu'on place la pile dans un champ magnétique. Bien que les déterminations n'aient pas présenté une concordance assez parfaite pour que l'auteur ait pu les publier, cependant les valeurs trouvées pour la f.e.l.m. d'une pile, d'abord non aimantée puis aimantée, ont toujours différé dans le sens prévu. — M. **Broca** présente, au nom de M. **Weiss**, un focomètre s'appliquant à la mesure de la puissance d'un système centré quelconque. Son principe est le suivant. On place dans l'un des plans principaux du système à étudier un objet de dimension connue a. Appelons φ l'angle sous lequel cet objet est venu du point nodal correspondant. On a la relation $a = f \operatorname{tg} \varphi$, d'où on peut tirer f si l'on mesure φ. Pour cela, on observe l'image de a dans un objectif étalon de distance focale connue, et au foyer duquel se trouve un micromètre qui servira à mesurer la grandeur de l'image. De cette mesure on déduira le diamètre apparent φ de l'image à travers le système. On vérifie que l'objet est dans le plan focal du système en constatant qu'il n'y a aucune parallaxe. D'autre part, pour obtenir un objectif de distance focale déterminée, par exemple 10 centimètres, on accole l'une contre l'autre deux lentilles ayant chacune une distance focale d'un peu moins de 20 centimètres, de sorte que le système est un peu trop convergent. Puis on écarte progressivement les deux lentilles l'une de l'autre jusqu'à ce que l'image d'une mire éloignée ait exactement la dimension correspondant à la distance focale assignée. L'appareil ainsi décrit suppose nécessairement le plan focal réel, pour que l'objet puisse y être placé. Mais il est facile de le compléter pour le cas d'un plan focal virtuel.

Edgard Haudié.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 23 Janvier 1895.

M. **Painlevé** : Sur la transformation des équations de la mécanique. — M. **Desaint** : Sur quelques applications de considérations mécaniques à la théorie des fonctions. — M. **Humbert** étend à la surface de Kummer les théorèmes de Poncelet en prenant pour côtés des polygones inscrits des droites appartenant à deux des complexes du second ordre dont la surface de Kummer est la surface singulière. — M. **Fouret** présente une remarque sur une communication de M. Mannheim, relative aux lignes de courbure des ellipsoïdes. — M. **Humbert** ajoute quelques observations à la communication précédente.

Séance du 6 Février 1895.

M. **Bioche** donne des propriétés caractéristiques des surfaces du troisième ordre qui admettent comme ligne asymptotique une cubique gauche; il fait également connaître la condition pour qu'un faisceau de coniques soit composé des projections d'une cubique gauche. — M. **Goursat** expose une démonstration nouvelle d'une formule de la théorie des fonctions elliptiques dont il fait l'application au problème de l'inversion. — M. **Balitrand** adresse une note sur le développement des coordonnées d'un point dans le mouvement relatif et sur la courbure des lignes orthogonales.

M. d'Ocagne.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES NATURELLES

L. Hill M., B., *Professeur adjoint de physiologie, University College Londres.* — **Influence de la pesanteur sur la circulation.** — L'auteur, après avoir présenté une critique des travaux de Blumberg et Wagner sur la question et établi qu'on ne pouvait déterminer le point d'indifférence par leur méthode, expose ses expériences qui ont porté sur un malade trépané, et ensuite sur des chiens. La pression générale normale devenait chez eux négative lorsqu'ils avaient les pattes tournées vers la terre; positive, lorsqu'ils avaient les pattes tournées en l'air. L'auteur a construit un porte-animal qu'on peut faire tourner autour d'un axe horizontal. La canule en relation avec le vaisseau en observation était toujours placée dans cet axe, et en rapport avec un manomètre hydrostatique fixe. Les moments hydrostatiques et dynamiques ont été recherchés et isolés en observant soigneusement les effets de la section et de l'excitation des nerfs vagues et splanchniques et de la moelle épinière, ainsi que l'action des anesthésiques du curare, et de l'asphyxie. Les expériences ont porté sur des lapins, des chats, des chiens et des singes; dans toutes les expériences, les animaux étaient anesthésiés et placés sur une planche avec les membres étendus dans la même direction que l'axe longitudinal du corps. Les pressions veineuses ont été prises au moyen d'un manomètre rempli d'une solution saturée de $MgSO^4$, et en relation avec un délicat tambour ou piston enregistreur. La pression veineuse cérébrale a été prise au pressoir d'Hérophile par la méthode décrite par l'auteur au tome LV des *Proc. of the N. Soc.* Les tracés respiratoires ont été pris au moyen d'une large bande de cuir passée autour du thorax et en relation à chaque extrémité avec un tambour de Paul Bert. Les tracés obtenus ont permis d'arriver aux conclusions suivantes : (1) La pesanteur doit être regardée comme un facteur cardinal en ce qui concerne la circulation du sang. (2) L'importante fonction de compenser les simples effets hydrostatiques de la pesanteur dans les changements de position, doit être attribuée au mécanisme vaso-moteur splanchnique. (3) Les effets du changement de position constituent un critérium très délicat de l'état du mécanisme vaso-moteur. (4) La proportion de la compensation dépend largement des différences individuelles.

(5) La compensation est beaucoup plus complète chez les animaux qui se tiennent debout, comme le singe, que chez les lapins, les chats ou les chiens, et, par conséquent, probablement beaucoup plus complète chez l'homme. (6) Chez certains singes anormaux, il se produit une compensation qui surpasse les effets hydrostatiques. (7) Chez le singe normal et l'homme, la pesanteur ne détermine que de légères perturbations en raison de la perfection du mécanisme compensateur. (8) Lorsque le pouvoir compensateur est entravé par la paralysie des vaso-constricteurs splanchniques, l'influence de la pesanteur devient d'une importance capitale. (9) La position les pieds en bas est beaucoup plus grave que la position les pieds en l'air, parce que, lorsque le pouvoir de compensation a disparu, le sang passe dans les veines abdominales, le cœur se vide et la circulation cérébrale cesse. (10) La position les pieds en l'air n'a, d'une manière générale, aucun mauvais résultat. (11) Les positions horizontales et les pieds en l'air font disparaître la syncope produite par la position les pieds en bas en faisant agir la pesanteur dans le même sens que le cœur et en rétablissant ainsi la circulation cérébrale. (12) Le bandage énergique de l'abdomen a le même résultat, tant que le cœur demeure normal; aussi longtemps qu'une pression mécanique est exercée sur les veines abdominales, la pression sanguine ne tombe point. (13) Lorsque le cœur est atteint (empoisonnement par le chloroforme ou le curare, etc.), la pression n'est qu'incomplètement restaurée et il peut s'arrêter subitement par l'irruption d'une grande quantité de sang déterminée par une compression trop rapide de l'abdomen. On impose au cœur plus de travail que dans son état d'affaiblissement il n'en peut accomplir. (14) L'inhibition sympathique et l'accélération cardiaque sont des mécanismes compensateurs subsidiaires dans les positions les pieds en l'air et les pieds en bas respectivement. (15) Le chloroforme paralyse rapidement le mécanisme vaso-moteur compensateur et agit sur le cœur. (16) L'éther ne paralyse le mécanisme vaso-moteur compensateur que très lentement, et seulement à des doses énormes. (17) La paralysie vaso-motrice produite par ces anesthésiques dure longtemps après qu'on a cessé de les appliquer. (18) Le chloroforme peut, en faisant disparaître la compensation pour la pesanteur, tuer l'animal, s'il est placé de telle façon qu'il ait l'abdomen à un niveau inférieur à celui du cœur. (19) L'élévation ou la compression de l'abdomen compense immédiatement la paralysie vaso-motrice produite par le chloroforme. (20) La compression ou l'élévation de l'abdomen, unie à la respiration artificielle et à la compression du cœur à travers les parois thoraciques, est le meilleur moyen de faire sortir un animal du collapsus chloroformique. Ces résultats concordent entièrement avec ceux de Mac Williams, et sont en opposition avec ceux de la commission d'Hyderabad. (21) La position les pieds en bas inhibe la respiration; la position les pieds en l'air l'accélère. (22) Ces phénomènes respiratoires résultent probablement de l'excitation des terminaisons des nerfs sensitifs par les changements de tension déterminés par les changements de position. La section des nerfs vagues le fait en effet disparaître. (23) Dans la position les pieds en bas, la respiration est thoracique et l'abdomen rétracté; dans la position les pieds en l'air, la respiration est diaphragmatique, et l'abdomen se dilate librement. (24) Ces types de respiration tendent à compenser les effets de la pesanteur sur la respiration, car la rétraction de l'abdomen, dans la position les pieds en bas, vient en aide mécaniquement aux veines abdominales, tandis que les inspirations thoraciques aspirent le sang dans le cœur. Dans la position les pieds en l'air, la libre expansion de l'abdomen enlève tous les obstacles à la dilatation compensatrice des veines abdominales.

La dernière partie de ce mémoire est consacrée à l'étude des applications médicales. L'auteur suppose que la syncope émotionnelle est due à la paralysie de l'aire splanchnique, et il cite un cas où la syncope a disparu immédiatement à la suite de la compression de l'abdomen. Le même traitement ou celui de l'élévation de l'abdomen peut être appliqué dans le shock, le collapsus chloroformique, et après les hémorrhagies graves. L'auteur rapproche les résultats auxquels il est arrivé de ceux qu'a obtenus sur l'homme le Dr George Oliver en mesurant le diamètre de l'artère radiale avec l'artériomètre.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 11 Janvier 1895.

M. le Pr **Ramsay** et Mlle **Dorothy Marschall**, pour étudier les chaleurs de vaporisation de divers liquides organiques, se sont servis de petits tubes laissant passage à un fil de platine, qui permettait ainsi de faire arriver un courant électrique dans le liquide, et, par ce moyen, de lui communiquer la chaleur nécessaire à sa vaporisation. Ce petit tube est enfermé à son tour dans un manchon plus vaste renfermant de la vapeur du même liquide. Avant de lancer le courant, on amène le liquide à une température voisine de son point d'ébullition, mais qui ne détermine pas encore une vaporisation appréciable. Aussitôt que le courant passe dans ce liquide, il détermine la vaporisation, et toute la chaleur produite par le courant est employée pour vaporiser le liquide. Pour deux liquides, la quantité de chaleur totale dépensée, divisée par les quantités de liquide réduites à l'état de vapeur, est égale à la quantité de leur chaleur latente de vaporisation. Comme liquide témoin, les auteurs préfèrent l'alcool à l'eau à cause de son point d'ébullition qui est moins élevé et se produit plus uniformément. — M. **Eumorfopoulos** : Sur la détermination de la conductibilité et de l'émission de la chaleur. — M. **A.-W. Porter** : Influence exercée par les dimensions d'un corps sur l'émission de chaleur exercée par sa surface. On croit généralement que, pour un corps placé dans le vide ou dans l'air, son pouvoir émissif est indépendant de ses dimensions. Les résultats expérimentaux obtenus par Péclet pour le cylindre et la sphère de différentes dimensions démontrent bien, toutefois, que l'on doit tenir compte des dimensions dans l'évaluation du pouvoir émissif pour la chaleur. Dans ses expériences sur des barres de métaux, l'auteur est arrivé à la même conclusion que Péclet, Ayrton et Kilgour, et il a pu établir que ce pouvoir émissif pouvait être représenté par la formule :

$$e = h + \frac{c}{a\,(\log R - \log a)}$$

dans laquelle e est le pouvoir émissif; a, le rayon de la barre; R, le rayon du cylindre creux entourant cette barre et dont on a calculé l'excès de température; h et c sont des constantes. — M. **G.-U Yule** : Sur le passage d'une onde électromagnétique tombant en incidence normale sur une plaque conductrice diélectrique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

M. **J. Y. Buchanan** F. R. S. : Sur l'usage de la sphère dans les études cristallographiques. L'auteur montre que dans les études cristallographiques on peut, comme dans les études astronomiques, se servir d'une sphère sur laquelle on peut tracer et mesurer des figures et des arcs. Cette application peut servir dans tous les cas où on a d'habitude recours à la trigonométrie sphérique. — M. **H. J. H. Fenton** : Sur une nouvelle méthode de préparation de l'acide dihydroxytartrique et de l'emploi de cet acide comme réactif pour les composés du sodium. Ce réactif est très sensible pour le sodium et ses composés et ne réagit pas avec les sels de potassium ou d'ammonium. — M. **Alfred C. Clapman** : Sur une huile essentielle du goudron. — MM. **Francis, R. Japp** F.R. S. : Réactions des dikétones 1, 2, sur les amines primaires de la formule générale

$R^1.CH^2.AzH_2$ (2e communication). La benzyle et l'éthylamine réagissent entre elles suivant l'équation :

$$\begin{matrix} C^6H^5.CO \\ | \\ C^6H^5.CO \end{matrix} + 2C^2H^5AzH^2 = \begin{matrix} C^6H^5.CAz(C^2H^5) \\ \| \\ C^6H^5.C \text{———} Az \end{matrix} > C.CH^3 + 2H^2O + H^2$$

en produisant une N éthyl-diphényl-μ-méthylimidazol. L'iodure d'éthyle fournit un dérivé de l'iodure d'ammonium quaternaire :

$$\begin{matrix} C^6H^5.C.AzI(C^2H^5)^2 \\ \| \\ C^6H^5.C \text{———} Az \end{matrix} > C.CH^3$$

La méthylamine donne avec la phénanthrènequinone la N méthyl-diphenylène imidoazol.

Enfin la phénanthrènequinone et la benzylamine réagissent suivant l'équation :

$$\begin{matrix} C^6H^4.CO \\ | \\ C^6H^4.CO \end{matrix} + C^6H^5CH^2AzH^2 = \begin{matrix} C^6H^5.C.O \\ | \\ C^6H^4.C.Az \end{matrix} > C.C^6H^5 + H^2O + H^2$$

en même temps qu'il se forme un composé plus soluble ayant un point de fusion plus élevé et qui a probablement pour formule : $C^{28}H^{17}AzO$. — M. R. Meldola F. R. S. et F. W. Streatfield : Sur les isomères du dinitrodiazobenzène et leurs points de fusion. — M. Edward Schunck F. R. S. : Sur la matière colorante jaune de la *Saphora Japonica*.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 18 Janvier 1895.

1° Sciences physiques. — M. G. Jaumann : Variation du potentiel donnant des étincelles. — MM. Boltzmam et Bryan : Analogie mécanique de l'équilibre de la chaleur entre deux corps au contact. — MM. Elster et H. Gestel : Observations électriques faites au sommet du Sonnblick. — M. Wilhelm Kaiser : Appareil simple pour soumettre à l'électrolyse les corps examinés au microscope, et applicable particulièrement à l'étude électro-physiologique des infusoires et des bactéries. — M. Frenkna : 1° Sur une relation étroite entre l'excentricité des orbites des huit planètes principales et l'excentricité des orbites de la Terre et de la Lune ; 2° Lois générales des aplatissements des ellipsoïdes de rotation et relation particulière entre les aplatissements de la Terre, de Jupiter et de Saturne. — M. Adolf Kratshemer : Les mouvements cachés dans la nature. Mémoire contenant les bases d'une nouvelle chimie. — M. Wenieck adresse plusieurs reproductions photographiques partielles de la Lune, obtenues en grossissant les épreuves de MM. Lœwy et Puiseux, au grand équatorial coudé de Paris, et supérieures aux épreuves antérieures provenant de l'observatoire de Lick. — M. Konrad Natterer : Examen chimique de l'eau de la mer de Marmara, prise à des profondeurs variées. Expédition faite à bord du *Taurus*. — MM. Lippmann et Fleissner : Sur l'apoquinine et son éther. — M. Philipp Heberdey : Etude des cristaux artificiels de bismuth et d'antimoine formés dans certaines opérations métallurgiques. — M. Léon Donciu : Action du chlore sur l'éthylène glycol. A 140-180° il passe la chlorhydrine correspondante et il reste un mélange de deux composés : l'un $C^2H^2(O^2C^2H^4)^2$ est un acétate, l'autre est un alcool polyéthylénique. — M. Rudolf Andreasch a préparé l'acide diméthylviolurique par l'action de l'hydroxylamine sur le diméthylalloxane et prépare tous ses sels, qui sont d'une beauté remarquable. L'oxydation fournit l'acide diméthyldiliturique dont les sels cristallisent bien et ont une couleur jaune verdâtre.

2° Sciences naturelles. — M. Haberlandt : Recherches anatomiques et physiologiques sur les feuilles. Organes absorbant et éliminant l'eau (2e communication). — M. Fuchs : Etudes sur les fucoïdes. — M. Rudolf Sturany : Liste de la détermination des mollusques recueillis par M. Natterer lors de son expédition sur la mer de Marmara à bord du *Taurus*. — M. V. Ebnor : Anatomie des Cyclostomes.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Janvier 1894.

1° Sciences mathématiques. — M. H.-G. van de Sande Bakhuyzen s'occupe des marées au Helder, à Ymuiden et au hoek van Holland. D'après la méthode de l'analyse harmonique, développée par M. Darwin (*Report of the British Association*, 1883), il décompose les variations irrégulières des angles horaires du soleil et de la lune en une série de mouvements à termes périodiques, dépendant d'arcs proportionnels au temps et de coefficients constants. La somme de ces termes périodiques, connue sous le nom de *marées astronomiques*, fait connaître la hauteur des marées, si cette hauteur est une fraction insignifiante de la profondeur de la mer ; en des eaux peu profondes, la hauteur des ondes est modifiée considérablement. D'abord, la forme sinusoïdale des ondes varie en une courbe représentable par une série de termes périodiques dont l'accroissement des arcs dans l'unité de temps est un multiple de celui de l'onde originale ; ces ondes portent le nom de *marées accessoires*. Ensuite, l'interférence de deux ondes, pour lesquelles l'accroissement des arcs est différent, fait naître des ondes nouvelles pour lesquelles l'accroissement des arcs est la différence et la somme des accroissements des ondes originales ; on les appelles *marées composées*. Et enfin, on parle de *marées météorologiques* causées par des variations annuelles régulières de la pression atmosphérique, de la température et de la force du vent. Les résultats déposés dans des tables sont représentés graphiquement dans le tableau suivant (fig. 1) :

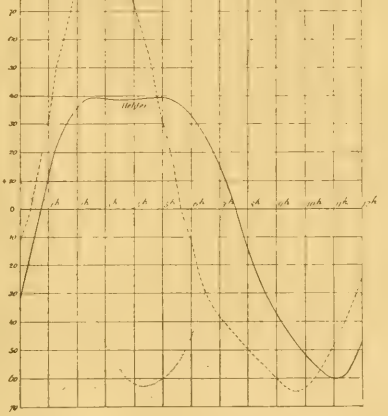


Fig. 1. — *Tableau de diverses marées.*

Ce tableau fait ressortir le caractère particulier des marées au Helder. Après avoir atteint une hauteur maximum, le flux s'abaisse pendant une heure et regagne un second maximum après deux heures. L'auteur réfute l'opinion courante qui voit dans cette particularité l'effet de l'interférence de deux marées différentes qui se propagent de l'océan Atlantique vers la mer du Nord et dont l'une prend sa course par la Manche, tandis que l'autre vient de la frontière septentrionale de l'Ecosse. Il démontre que le phénomène est causé par l'influence des marées accessoires de la lune. A Ymuiden et au hoek van Holland, ces mêmes marées accessoires, au lieu de causer deux maximums,

font naître des courbures anormales de la courbe ascendante ou descendante. — Ensuite, M. Bakhuyzen présente un mémoire de M. H.-J. Zwiers intitulé : « Recherches sur l'orbite de la comète périodique d'Holmes et sur les perturbations de son mouvement elliptique. »

2° Sciences physiques. — M. J.-D. van der Waals : Sur la signification cinétique du potentiel thermodynamique. D'après la thermodynamique, les trois quantités, température, pression, potentiel thermodynamique, ont la même valeur dans chacune des deux phases d'une même matière qui se trouvent en équilibre l'une avec l'autre dans un même espace. Quand le système est influencé par des forces extérieures, la pression varie dans l'intérieur des masses de chaque phase; néanmoins, elle acquiert les mêmes valeurs, de part et d'autre de la surface de contact. D'un autre côté, la théorie cinétique a démontré la nécessité de l'égalité des températures et celle des pressions, même dans des cas plus généraux. Elle fait voir que l'état stationnaire exige que la force vive moyenne ait la même valeur par tout l'espace. Bien qu'à présent la démonstration ne porte que sur l'état gazeux raréfié, la théorie cinétique a le mérite d'avoir traduit la condition de l'égalité des températures par la condition plus intuitive de l'égalité de la force vive moyenne. Au contraire, elle s'est peu occupée de la condition de l'égalité des potentiels thermodynamiques. Pourtant, cette égalité a une signification évidente dans le langage de la théorie cinétique. L'égalité des températures et celle des pressions sont des conditions d'équilibre pour chacune des deux phases considérées séparément. La nouvelle condition pour qu'elles soient en équilibre l'une en contact avec l'autre, s'exprime par l'égalité des nombres de molécules qui traversent une partie de la surface de contact de part et d'autre. Donc, il faut que l'égalité des potentiels thermodynamiques, déduite de considérations thermodynamiques, mène à des équations qui expriment l'égalité des nombres de molécules échangées par les deux phases (voir Kamerling Onnes, *Mém. d'Amsterdam*, 1881). L'auteur démontre cette thèse, d'abord pour le cas d'une matière unique, ensuite pour un mélange de deux matières. Enfin, il fait voir que, dans le cas du mélange, la matière dont la transmission dans la seconde phase exige le plus grand travail, est en abondance dans la première phase. — M. van der Waals présente encore un mémoire de M. P.-H. Dojes intitulé : « Sur la théorie de la radiation en rapport avec la représentation de Fourier. » M. H. Kamerlingh Onnes fait un rapport relatif aux mesures de M. L.-H. Siertsema sur la dispersion rotatoire magnétique dans l'oxygène, faites au laboratoire de physique de Leyde. L'appareil, décrit dans une communication antérieure (voir *Rev. génér.*, t. IV, p. 519), est perfectionné à plusieurs points de vue; il a servi à mesurer les rotations magnétiques de l'oxygène à une pression de 100 atmosphères. L'oxygène est préparé par l'électrolyse. Les mesures se font d'après une méthode connue en analysant, à l'aide d'un prisme de verre, la lumière qui vient de traverser le polarisateur, le tube d'expérience et l'analyseur. Alors, on observe un spectre et une bande noire. Un courant, d'une intensité comprise entre 35 et 65 ampères, donne des rotations d'environ 3 à 4°. Le résultat, représenté dans la fig. 2, s'exprime très bien par la formule :

$$\omega = \frac{868{,}028}{\lambda}\left(1 + \frac{0{,}07202}{\lambda^2}\right),$$

où λ représente la longueur d'onde en millièmes de millimètre; ω à une erreur moyenne de 17,5. Cette formule se déduit de l'équation :

$$\omega = \frac{C}{\lambda}\left(n - \gamma\lambda\frac{\partial n}{\partial \lambda}\right)$$

de Mascart. La rotation du violet est à peu près le double de celle du rouge, contrairement au résultat donné par M. H. Becquerel. Ensuite, des mesures sont faites sur l'air, et la dispersion rotatoire de l'azote en est déduite par extrapolation. Cette dispersion s'exprime par la formule :

$$\omega = \frac{560{,}41}{\lambda}\left(1 + \frac{0{,}32424}{\lambda^2}\right)$$

avec une erreur moyenne de 19,1. — Ensuite, M. Kamerlingh Onnes fait deux communications de la part

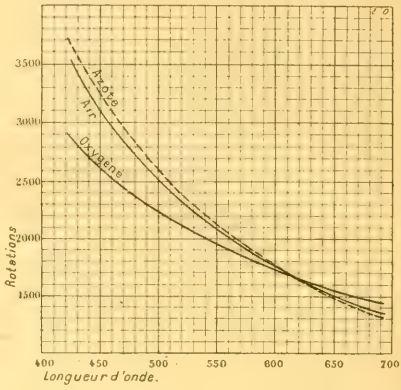


Fig. 2. — *Rotations magnétiques de divers gaz.*

de M. P. Zeeman : 1° Mesures sur le phénomène de Kerr dans la réflexion polaire normale sur le fer et le cobalt. D'une série de recherches antérieures, il résulterait qu'on peut déterminer la phase dans le phénomène de Kerr au moyen de la théorie de M. Lorentz en ajoutant à la phase calculée une quantité à peu près constante dans de très grandes limites de l'angle d'incidence, la phase S, dite de Sissingh. Néanmoins, une discussion graphique des résultats obtenus sur le nickel semblait indiquer que S diminue avec l'angle d'incidence. Mais, avant de décider cette question, il fallait combler une lacune. Le domaine des angles d'incidence de 50° à 0° pour le fer, de 43° à 0° pour le cobalt et de 25° à 0° pour le nickel, restait à explorer. L'auteur a réussi à mesurer la phase à des angles d'incidence très petits à l'aide du procédé de Sénarmont avec une plaque de quartz taillée parallèlement à l'axe, la méthode des rotations à zéro et au minimum n'étant plus applicable. Par les formules de E. Wiedemann-Kirchhoff, l'épaisseur optique de la plaque peut être éliminée. De cette manière, l'auteur trouve, en dehors des limites antérieures, une valeur plus petite de S pour le fer et le cobalt. En somme, on ne saurait affirmer qu'une des théories proposées explique complètement le phénomène de Kerr. D'ailleurs une théorie complète aura à expliquer pourquoi la succession des valeurs de S pour le fer, le nickel, le cobalt, et probablement la magnésite, coïncide avec celle des maxima de leurs magnétisations. 2° Détermination des constantes optiques de la magnésite. — Enfin, M. Kamerlingh Onnes présente une note préliminaire de M. A. Lebret sur la variation du phénomène de Hall avec la température. En opposition aux résultats de MM. Drude et Nernst, l'auteur trouve une relation à peu près linéaire entre la température et l'effet de Hall. — M. G. van Diesen : Marée orageuse à Scheveningue le 23 et le 24 décembre 1894. — M. A.-P.-N. Franchimont fait une communication sur une nouvelle classe de dérivés de l'urée. Aidé par M. van Brenkeleveen, l'auteur a commencé à préparer et à étudier les uréo-alcools ou uréols, dont on ne connaissait jusqu'ici aucun

exemple. Pour cela, il a transformé le 2 chloréthanol (chlorhydrique du glycol), en le chauffant avec un grand excès d'une solution alcoolique d'ammoniaque, en chlorhydrate de 2 amino-éthanol, qui fut traité avec l'isocyanate de potassium. L'uréo-éthanol 2, ainsi obtenu, recristallisé par l'alcool absolu ou par l'alcool isobutylique, forme des cristaux incolores fondant à 95°. Il est très soluble dans l'eau, les alcools méthylique et éthylique, peu soluble ou insoluble dans les alcools plus élevés et dans la plupart des dissolvants organiques ordinaires. Sa combinaison avec l'acide azotique est très soluble dans l'eau; portée dans l'acide azotique pur, refroidi par de l'eau, elle dégage presque immédiatement un mélange de protoxyde d'azote et d'acide carbonique sans aucune trace de vapeurs rutilantes, et la solution, rendue alcaline par du carbonate de sodium, cède à l'éther un corps liquide qui, chauffé avec la potasse pure, fournit un azotate. Cette réaction prouve que le corps possède la fonction d'urée et aussi celle d'alcool, comme l'indique la formule : $CH^2OH—CH^2—AzH—CO—AzH^2$. L'uréo-éthanol donne, par le chlorure de benzoyle et la soude en solution aqueuse, un benzoate qui, cristallisé par le benzène, fond à 129°. Il possède, très probablement, la fonction d'urée, tandis que celle d'alcool s'est transformée en benzoate. Chauffé avec l'anhydride acétique et l'acétate de sodium fondu, l'uréo-éthanol fournit un dérivé diacétylique se fondant à 102°. L'auteur est en train de préparer un autre membre de cette série de corps, l'uréo-propanol 3. — M. S. Hoogewerff montre un appareil pour le jaugeage des cornues, des pipettes et des burettes, inventé par M. J. Boot et construit dans l'atelier Kobb à Stützerbach, en Thuringe.

3° Sciences naturelles. — M. Th.-W. Engelmann présente un mémoire de M. H.-J. Hamburger intitulé : « Ueber die Reglung der osmotischen Spannkraft von Flüssigkeiten in Bauch-und Pericardialhöhle » (Sur la régularisation de la tension osmotique dans les cavités ventrale et péricardiale). — Rapport annuel de la Commission géologique.

P. Schoute.

CHRONIQUE

L'ARGON ET LE SYSTÈME DES ÉLÉMENTS

La découverte de l'argon, dont nous avons publié tous les détails [1], suscite la revision d'une des questions les plus élevées de la philosophie chimique : la relation que l'on soupçonne exister entre les poids atomiques et les propriétés des corps simples. Deux savants chimistes, le Dr Gladstone et notre éminent compatriote, M. Lecoq de Boisbaudran, viennent de publier, à ce sujet, des remarques d'un haut intérêt, que nous croyons utile de reproduire ici.

Rappelons d'abord, pour permettre de suivre leur critique, la loi de Mendeléeff. Si l'on écrit les noms des éléments à la suite les uns des autres selon l'ordre croissant de leurs poids atomiques, on observe, dans cette succession linéaire, des *séries* de corps où les propriétés se reproduisent régulièrement après un certain accroissement de poids. En disposant ces séries sous forme de rangées horizontales situées les unes au-dessous des autres, de telle sorte qu'elles continuent de se suivre dans l'ordre croissant des poids atomiques, on peut grouper dans des colonnes verticales les corps similaires des diverses *séries* ou périodes. On obtient ainsi la table de Mendeléef (page 200).

Si cette table résume effectivement une loi de la Nature, les *lacunes* qu'elle présente doivent correspondre à des éléments encore inconnus, dont elle prédit les poids atomiques et les propriétés dominantes. Depuis de longues années, cette idée n'a cessé de guider les chimistes. Doit-elle encore éclairer la marche de la science, ou convient-il, dans ce but, de la modifier? Tel est le grave problème qui se pose actuellement.

Sans vouloir traiter un tel sujet d'une façon complète, MM. Gladstone et de Boisbaudran lui consacrent, le premier dans le journal anglais *Nature*, le second dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, les importantes considérations que voici :

Remarques du Dr Gladstone. — « L'admirable découverte de l'argon par lord Rayleigh et le Pr W. Ramsay fait surgir une foule de questions, principalement la suivante : L'argon est-il un corps simple? Si oui, quels sont ses rapports avec les autres éléments?

« Certains inclinent à le considérer comme un état allotropique de l'azote, de même que l'ozone est un état allotropique de l'oxygène. Mais, jusqu'à constatation d'une telle transformation de l'azote, l'argon a tous les droits de figurer sur la liste des éléments.

« Au premier abord, le fait de donner naissance à deux spectres, suivant les circonstances, semblerait militer en faveur de l'hypothèse de deux corps compris dans le gaz aujourd'hui nommé argon. Mais cet autre fait que les deux spectres offrent 36 lignes communes qui ne comptent pas toutes parmi les plus fortes, me paraît constituer un argument en faveur de l'unité fondamentale du corps.

« Si l'argon est un élément, quelle est sa place dans la table de Mendeléeff? C'est là une grosse question qui va passionner physiciens et chimistes. La densité de l'argon lui assignerait 20 comme poids atomique ; mais, puisque la détermination de la vitesse du son dans ce gaz semble conduire à doubler ce chiffre, les problèmes suivants se posent :

« Dans l'hypothèse où le poids atomique serait 20 :

« 1° L'argon remplirait une place actuellement vacante dans la table de Mendeléeff, à l'extrémité de la série horizontale qui va de l'hydrogène au fluor, et au sommet de la huitième colonne verticale, séparé du fer par une série horizontale;

« 2° L'argon suivrait la loi périodique quant à son point de fusion. Ce point serait à très basse température comme pour l'azote, l'oxygène et le fluor; or, tel est le cas;

« 3° L'argon suivrait aussi la loi au point de vue de son volume atomique. Ce volume serait petit, et il semble en être ainsi;

« 4° Un trait saillant de l'argon est de ne pas former de composés stables à température élevée aux environs de son point d'ébullition; c'est là une propriété commune aux éléments de la huitième colonne;

« 5° Le poids atomique 20 (ni 21, ni 22) s'accorde bien avec la loi de périodicité dans la colonne où se rangerait l'argon.

« D'autre part, si le poids atomique devait être fixé à 40, on se trouverait en présence des sérieuses difficultés que voici :

« 1° On ne saurait où le ranger; le placer juste avant ou juste après le calcium dérangerait toutes les séries subséquentes;

« 2° La périodicité relative au point d'ébullition serait rompue;

« 3° La loi périodique serait aussi atteinte au point de vue du volume atomique;

« 4° L'inactif argon se trouverait rapproché des métaux des terres, métaux qui forment des combinaisons d'une remarquable stabilité;

« 5° Les poids atomiques de trois éléments : potassium (39), calcium et argon (39,9 environ) différeraient entre eux de moins d'une unité, ce qui serait une anomalie.

« A l'encontre de ces considérations se dresse le puissant argument tiré du rapport des chaleurs spécifiques de l'argon. Pour apprécier les valeurs respectives de ces hypothèses, je n'attends rien des raisons *à priori* ci-dessus, surtout en l'absence de détails relatifs aux expériences sur la

[1] Voyez dans le dernier numéro de la *Revue* le Mémoire de Lord Rayleigh et du Pr W. Ramsay, et ceux de MM. W. Crookes, Olszewski et Dewar, et la discussion qui a suivi à la Société Royale de Londres.

vitesse du son, et avant que nous ayons quelques notions sur les composés de l'argon. Aucune conclusion sûre n'est possible auparavant. Il ne s'agit pas d'opposer en une telle question la Physique à la Chimie, car la vraie théorie de la place de l'argon parmi les éléments devra s'accorder avec tous les faits que le physicien et le chimiste s'appliquent l'un et l'autre à relever. »

Voici maintenant les considérations que développe M. Lecoq de Boisbaudran :

Remarques sur les poids atomiques. — « Depuis bien longtemps, je m'occupe de chercher des relations entre les poids atomiques des éléments et, si je n'ai pas encore publié mon essai de classification des corps simples, c'est que cette étude présente de grandes difficultés et que les erreurs sont aisées à commettre. On trouve parfois des relations intéressantes en classant les éléments suivant des systèmes non seulement différents, mais incompatibles.

« Telle qu'elle était il y a quelques années, cette classification a donné le poids atomique du gallium avec une exactitude très satisfaisante et m'a permis de modifier assez heureusement le poids atomique du germanium, alors déterminé provisoirement par M. Winkler sur une matière encore impure.

« Ces deux petites réussites seront, je l'espère, mon excuse auprès de l'Académie, si j'ose lui transmettre aujourd'hui certaines déductions de ma théorie qui semblent pouvoir se rattacher à la question de l'argon.

« Le corps si brillamment découvert par MM. Rayleigh et Ramsay vient peut-être, en effet, prendre place dans une famille d'éléments dont aucun terme n'était encore connu.

« Cette famille, dont ma classification paraît permettre de supposer l'existence, serait de nature métalloïdique et comprendrait des éléments ayant pour poids atomiques :

$$20{,}0945 \,;\; 36{,}40 \pm 0{,}08 \,;\; 84{,}01 \pm 0{,}20 \,;\; 132{,}71 \pm 0{,}15,$$

si l'on prend arbitrairement $0 = 16$.

« L'atomicité de la nouvelle famille serait théoriquement paire (octo-atomique), mais les éléments qui la composent semblent devoir être privés de la faculté de se combiner aux autres éléments.

« Les corps 20,0945 et 36,40 doivent être relativement abondants dans la Nature ; mais le corps 84,01 et surtout le corps 132,71 y doivent être rares.

« L'élément 36,40 doit être plus volatil que le soufre et l'élément 20,0945 plus volatil que l'oxygène. Enfin, les éléments 84,01 et 132,71 doivent être respectivement plus volatils que le sélénium et le tellure.

« Au moment de présenter cette Note à l'Académie, je lis, dans la *Revue générale des Sciences*, le mémoire de MM. Rayleigh et Ramsay, et j'y vois que ces savants ont pensé à rattacher l'argon à une famille qui viendrait prendre le huitième rang dans la classification de M. Mendeléeff. Il me semble qu'ils ont parfaitement raison. Les considérations d'après lesquelles j'ai présupposé l'existence d'une nouvelle famille métalloïdique et octo-atomique ne sont point les mêmes que celles qui ont conduit M. Mendeléeff à sa classification, mais elles ne leur sont point contraires ; loin de là. Ce sont des points de vue différents qui permettent, je le crois, de voir différents côtés d'une même vérité et dont chacun présente des avantages spéciaux. Ma classification se réclame de l'avantage de permettre le calcul, exact ou très approché, des poids atomiques. »

On voit combien les recherches dont l'argon va être l'objet dans tous les laboratoires de Chimie promettent d'être intéressantes. Nos lecteurs se rappellent que lord Rayleigh et le Pr Ramsay ont réservé la question de savoir si, leur gaz étant formé de molécules monoatomiques, tous les atomes qu'il contient se rapportent à un seul élément ou à deux. Si la justesse de la seconde hypothèse venait à être établie, les poids atomiques des deux éléments seraient peut-être très différents l'un de l'autre et donneraient lieu, dans ce cas, à une tout autre revision de la table de Mendeléeff.

Louis Olivier.

Table de Mendeléeff

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
H	Li	Gl (?)	Bo	C	Az	O	Fl			
Poids atomiques	7	9.3	11	12	14	16	19			
Différences	16	14.7	16.5	16	17	16	16.5			
	Na	Mg	Al	Si	Ph	S	Cl			
Poids atomiques	23	24	27.5	28	31	32	35.5			
Différences	16.1	16		20	20.3	20.4	19.7			
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
Poids atomiques	39.1	40	44 (?)	48	51.3	52.4	55.2	56	59	59
Différences	24.4	25	24 (?)		24.7	25.6	24.8			
	Cu	Zn	Ga (?)	(?)	As	Se	Br			
Poids atomiques	63.5	65	68	71	75	78	80			
Différences	21.9	22.5			19	17.8	19			
	Rb	Sr	Yt (?)	Zr	Nb	Mo	(?)	Ru	Rh	Pd
Poids atomiques	85.4	87.5	89.6	90	94	95.8	99	103.5	104.1	105.2
Différences	22.5	24.5	23.4	28	28	32.2				
	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I			
Poids atomiques	107.9	112	113	118	120	128	127			
Différences	24.7	25	24	21		19				
	Cs	Ba	Ce	La		Di				
Poids atomiques	132 6	137	137	139		147				
	?	(T)	Er (?)	(?)	Ta	W	(?)	Os	Pr	Pt
Poids atomiques	165 (?)	169 (?)	170.6	175 (?)	182	184		198.6	195.7	196.7
Poids atomiques	Au	Hg	Tl	Pb	Bi					
	197	200	204	206.9	210					
				Th		Ur				
				233.9		240				

Erratum. — Dans le dernier numéro de la *Revue*, p. 131, le nom de M. J. Drach a été imprimé *Drack* au lieu de *Drach*.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

6e ANNÉE N° 5 15 MARS 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'ENSEIGNEMENT CHIMIQUE A L'ÉTRANGER

LABORATOIRES NOUVEAUX

Dans un travail publié à l'occasion de l'Exposition de Chicago [1], nous avons exposé, d'une façon très succincte, les réflexions que nous a suggérées l'état actuel de l'Industrie chimique dans l'ancien et le nouveau monde. Nous avons fait voir, en nous appuyant sur des documents aussi précis que le comporte la matière, la situation respective des diverses nations rivales de l'Europe, et avons enfin insisté sur les causes principales de la supériorité incontestable et incontestée de l'industrie chimique de l'une d'entre elles.

Notre exposé [2] s'adressait non seulement aux Pouvoirs publics, mais encore aux Industriels et aux particuliers, et avait pour but d'appeler l'attention de tous les hommes soucieux de l'avenir de notre pays, sur l'organisation et l'esprit de nos Ecoles, partant, sur la nécessité, qui s'impose, de différencier les études suivant les aptitudes qui se révèlent chez les intelligences appelées à servir d'auxiliaires à l'Industrie.

Résumons, à nouveau, en quelques mots, l'esprit qui préside, chez les différentes nations envisagées, à l'éducation de cette partie de la jeunesse.

I

De toutes les nations de l'Europe, l'*Allemagne* est celle où la spécialisation a été poussée le plus loin, dans toutes les branches du domaine intellectuel. Cette éducation, que nous ne pouvons nous empêcher de considérer comme défectueuse, au point de vue de la haute culture et quand il s'agit de former des esprits synthétiques, a, jusqu'à présent, produit les meilleurs résultats dans la pratique industrielle, grâce à une conception très nette et à une organisation très judicieuse de la division du travail. Le chimiste ne franchit la porte d'une usine qu'après avoir fréquenté les Universités ou les Ecoles polytechniques et leurs laboratoires, y avoir fait ses preuves, et s'être assimilé de la science théorique tout ce dont il pourra avoir besoin dans la suite. Aussi le peuple allemand, témoin des succès obtenus avec son système d'ins-

[1] Rapport fait à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Paris, Imprimerie nationale. 2e édition en cours de publication chez MM. J.-B. Baillière, Paris.— *Revue générale des sciences* du 15 juillet 1894, p. 473.

[2] Qu'il nous soit permis de faire remarquer que le cri d'alarme jeté par M. Haller a été entendu beaucoup plus qu'il ne se le figure. Les articles qu'il a publiés ici-même et celui que M. Moissan a consacré, dans cette *Revue*, à son *Rapport*, ont vivement ému, en France, les pouvoirs publics, le corps enseignant et les chefs de la grande Industrie.

Les nombreuses lettres, les demandes de reproduction que nous avons reçues à ce sujet, l'importance que la presse, française et étrangère, a accordée à ces articles, ne laissent aucun doute sur le grand retentissement qu'a eu dans le monde entier et surtout en France la patriotique angoisse de M. Haller. La campagne de réformes qui se prépare en ce moment en vue du relèvement de notre industrie par la science, campagne à laquelle la *Revue* tient à honneur de coopérer, a eu pour point de départ la courageuse initiative de notre éminent collaborateur. Il est de notre devoir de le dire, alors que sa modestie et son ardent désir de progrès lui dissimulent les résultats naissants, mais pourtant très nets, de ses efforts. Louis Olivier.

truction, est-il fier de ses Écoles et de ses savants, et ne leur marchande-t-il ni les subventions ni la considération.

En *Angleterre*, les mœurs sont tout autres : le futur chimiste entre dans l'Industrie sans préparation préalable, se familiarise avec les procédés en usage dans les usines et s'initie plus tard, quand il en a le temps et le courage, aux parties de la science qui peuvent lui être de quelque utilité dans le cours de sa carrière.

A part quelques esprits éclairés, et en dehors des milieux scientifiques, la population, comme les pouvoirs publics, se désintéresse du haut enseignement, s'il n'est purement classique. Constatons cependant qu'un revirement semble se produire, depuis que l'Industrie anglaise est si vigoureusement malmenée par sa rivale allemande [1].

En *Amérique*, où l'adage *time is money* hante les cervelles dès l'enfance, où les efforts de toute la vie tendent vers la conquête des richesses, le futur chimiste ou ingénieur, après avoir fait des études aussi sommaires que variées dans les *high schools*, va demander aux Universités la science strictement nécessaire pour pouvoir tirer parti de la richesse que lui offre le sol et de celle qu'une industrie naissante peut lui fournir. Il ne se soucie guère de la haute culture, et, confiant dans son énergie, il ne considère ses acquisitions intellectuelles que comme des armes auxiliaires dans la lutte pour l'existence.

Dans ce pays d'initiative, où l'on a cependant, dans certains milieux, une juste intuition des ressources que recèle la science, la générosité privée offre des millions de dollars par an pour fonder et doter les Universités, et le peuple contribue à leur succès, par l'intérêt moral qu'il leur porte et le respect dont il les entoure.

En *France*, notre centralisation à outrance a fait de la Capitale la grande éducatrice de tout ce qui, intellectuellement, doit contribuer au progrès de la Science et de l'Industrie. Nos écoles de Paris ont, pour ainsi dire, gardé le monopole de l'Enseignement supérieur, et se considèrent encore, dans une certaine mesure, comme les dispensatrices de toute vraie science. Le même moule sert d'ailleurs pour faire l'ingénieur, le mécanicien, l'artilleur, le physicien, le chimiste, le professeur, etc., l'essentiel étant que l'élève sortant de ces Écoles ait une forte éducation mathématique, qu'il soit avant tout un *esprit distingué*, un *esprit encyclopédique*. Il est cela, en effet, et nous pouvons dire, sans exagération, que, par la variété et l'élévation des connaissances acquises, nos Ingénieurs et nos Professeurs tiennent une place des plus honorables, sinon la première, parmi leurs confrères internationaux. Mais cette éducation à outrance des polytechniciens et des normaliens en particulier, a étouffé tout esprit d'initiative, et, par suite du monopole inflexible dont jouissent les premiers et des privilèges qui attendent les autres, l'effort intellectuel produit à 20 ans est un titre suffisant à toutes les situations qu'ils peuvent briguer dans le cours de leur existence. A moins de se révéler comme un génie, dès le début de la carrière, les travaux personnels, originaux, sont considérés par beaucoup d'entre eux comme des passe-temps inutiles. C'est le mandarinat implanté systématiquement, et on sait où il mène les peuples qui en sont affligés. A ces Ecoles, on peut appliquer ce que M. Liard dit avec beaucoup de justesse des anciennes Universités [1] : « Les corps qui ont un long passé sont induits volontiers à penser qu'ils doivent durer toujours, et leur foi en eux-mêmes, ou leur longue habitude de vivre les empêche de se transformer. »

Quant à nos Industriels, confiants dans l'État-Providence et dans les hommes de science que celui-ci leur fournit, ils tournent dans le même cercle et se gardent de faire le moindre effort, le plus petit sacrifice pour subventionner une œuvre quelconque ou pour aider à donner une orientation nouvelle à notre enseignement national.

L'accueil fait récemment, aux Chambres, à la proposition aussi timide que trop modeste de M. Denys Cochin en vue de la création d'un laboratoire de chimie industrielle à Paris, la réserve aussi aveugle que persistante des privilégiés de la fortune qui, à l'instar des Américains, pourraient s'intéresser aux choses de l'enseignement, nous font un devoir de continuer à mettre sous les yeux de nos lecteurs les efforts individuels et collectifs qui se produisent hors de France, dans la voie qui nous occupe.

II

Angleterre. — Indépendamment de l'Institut chimique nouvellement créé à Londres et sur lequel nous avons appelé l'attention dans notre Rapport déjà signalé, la Cité vient d'être dotée d'un établissement grandiose et qui fait le plus grand honneur à l'homme généreux et éclairé qui l'a conçu. M. L. Mond, l'industriel auquel la grande Industrie chimique anglaise est redevable de nombreux perfectionnements, — se souvenant des projets formulés, dès 1843, par Faraday et Brande en vue de la création d'un Institut Chimique destiné non seulement à l'Enseignement pratique, mais aussi à des travaux originaux, — a formé le projet d'organiser

[1] Ce revirement est, depuis quelques années, très prononcé et mérite toute notre attention. La *Revue* lui consacrera un article spécial. (*N. de la Direction.*)

[1] *L'Enseignement supérieur en France*. T. II, p. 85.

et d'entretenir, à ses frais, un vaste établissement consacré à des *recherches systématiquement originales*, dans l'ordre des sciences chimiques et physiques.

Dès l'année dernière, M. Mond a fait l'acquisition, dans le voisinage de la *Royal Institution*, de bâtiments qui seront aménagés suivant les progrès les plus récents. Au point de vue financier, cet Institut, — placé sous le haut patronage et la direction de la *Royal Institution* et dont le nom sera *Institut Davy-Faraday*, — sera largement doté, tant pour subvenir au traitement du corps des savants appelés à le diriger, que pour faciliter les recherches. Les laboratoires seront ouverts gratuitement non seulement aux nationaux des deux sexes, mais encore aux étrangers.

Cet établissement, destiné, nous le répétons, aux recherches exclusivement originales, dépassera comme importance et comme ressources tout ce qui a été créé dans cet ordre d'idées en Grande-Bretagne, depuis de longues années.

Belgique. — Dans un pays aussi pratique que la Belgique, où les esprits sont loin d'être pénétrés des bienfaits que peut procurer la science *pure*, la tâche de créer un établissement comme celui auquel M. le Professeur Spring vient de consacrer plusieurs années d'un travail laborieux, n'a pas été facile.

L'Institut Chimique de l'Université de Liège, exécuté d'après des plans choisis parmi les 84 qu'a conçus M. Spring, est un modèle du genre. L'établissement comprend trois subdivisions : la première est consacrée à la Chimie générale, la deuxième à la Chimie analytique et la troisième à la Technologie. Sont de plus distincts les laboratoires destinés aux médecins, pharmaciens et ingénieurs, pour qui l'étude de la Chimie est secondaire, et ceux destinés aux jeunes gens qui veulent faire de la Chimie leur carrière. L'ensemble de ces laboratoires comprend 200 places pour les exercices pratiques. Deux amphithéâtres, dont l'un peut recevoir 242 personnes et l'autre 52, des laboratoires de Chimie physique, une chambre obscure, une installation électrique avec moteur de cinq chevaux, une bibliothèque, des salles de collection, et enfin un logement au premier étage pour le directeur, font de cet Institut l'un des plus complets et des mieux organisés du Continent. Les sommes affectées à la construction et à l'aménagement s'élèvent à plusieurs centaines de mille francs.

Allemagne. — Pour donner l'instruction aux *deux* ou *trois mille* chimistes qu'elle peut offrir annuellement à l'industrie, l'Allemagne se trouve dans l'obligation de renouveler souvent ses laboratoires et de les agrandir. Tel est le cas de l'Institut Chimique de l'Université de Halle. Bien que cet établissement ne date que de 30 ans environ, en raison de son exiguïté, le Gouvernement prussien a dû le reconstruire à nouveaux frais et n'a pas hésité à dépenser 300.000 marcs, soit 375.000 fr.

Dans le pays où les laboratoires de chimie sont de véritables usines, où l'enseignement pratique de cette science a été inauguré il y a plus de 60 ans, et où la recherche est organisée systématiquement depuis de longues années, il est facile de comprendre que l'aménagement des différentes pièces destinées aux manipulations, est fait aussi soigneusement que possible. Les moindres détails sont minutieusement étudiés, et, suivant leur savoir, les élèves ont à leur disposition des tables plus ou moins perfectionnées, des places où ils peuvent se livrer aux opérations les plus délicates. — L'Institut renferme naturellement une installation électrique et mécanique, un ventilateur et des logements non seulement pour le directeur, mais encore pour ses assistants et les garçons de laboratoire.

Russie. — La distance qui nous sépare de cette vaste contrée, la difficulté que nous éprouvons à nous initier à sa langue, font que nous ignorons, dans une certaine mesure, les efforts considérables que font les Russes pour se mettre scientifiquement à la hauteur des peuples occidentaux.

Il y a peu d'années, on inaugurait à Charkoff, — qui possédait déjà une Université florissante, — une École Technique qui n'a pas sa pareille en France. Outre l'enseignement de la Mécanique, on y pratique celui de la Chimie en vue de la formation de chimistes industriels. Sont annexées à cette Ecole de véritables petites usines, où l'étudiant peut assister à la fabrication de l'alcool, des boissons fermentées, du sucre, de la céramique, des ciments, etc., aux opérations de teinture et d'impression. Une usine à gaz modèle permet de suivre toutes les phases de la fabrication du gaz et de l'utilisation des sous-produits. L'état n'a pas dépensé moins de 4 millions de francs pour l'érection de ce vaste établissement.

Enfin, tout récemment, l'Université de Saint-Pétersbourg a inauguré des laboratoires grandioses et où rien n'a été négligé pour donner l'instruction théorique et pratique à 230 élèves à la fois. Laboratoire de Chimie générale, laboratoires de Chimie organique, laboratoires distincts d'analyse qualitative et d'analyse quantitative, laboratoires de technologie, laboratoires de recherches, laboratoires spéciaux pour les professeurs et pour les déterminations physico-chimiques, installation mécanique, bibliothèque, logements du directeur, des assistants et des hommes de service,

tout a été prévu dans ce vaste Établissement, qui a deux étages et qui ne compte pas moins de 95 mètres de longueur sur 20 de largeur en moyenne. L'État y a consacré près de 900.000 fr.

Roumanie. — La Roumanie, de son côté, s'efforce de prendre part à ce mouvement qui porte toutes les nations civilisées à s'organiser pour faire jouir leurs enfants des bienfaits de l'enseignement supérieur. Sous l'impulsion éclairée de M. le Professeur Istrati, la Faculté de Bucarest va bientôt être pourvue d'un Institut de Chimie modèle, dont les plans ont, en partie, été inspirés par ceux de l'Institut Chimique de Nancy. Une somme d'un million et demi et huit hectares de terrain sont demandés pour l'édification et l'aménagement des laboratoires.

Ainsi, de quelque côté que nous tournions nos regards, nous pouvons constater que nations grandes et petites n'hésitent pas à faire les plus lourds sacrifices dans le but de doter leurs Universités de laboratoires destinés à former des auxiliaires pour l'Industrie, des professeurs et des chimistes pour laboratoires d'analyses ou stations agronomiques. Liège, avec ses 82.000 âmes; Halle, avec ses 42.000 âmes, Bucarest ont des Etablissements que non seulement nos principales Universités françaises, mais encore la plupart de nos grandes Ecoles de Paris peuvent leur envier.

A. Haller,
Correspondant de l'Académie des Sciences.
Directeur de l'Institut Chimique de Nancy.

ÉTAT ACTUEL DE LA SUCRERIE

EN FRANCE

La fabrication du sucre (saccharose) employé à l'alimentation s'opère dans deux sortes d'usines : les *sucreries* et les *raffineries*. Les premières produisent du sucre *brut*, c'est-à-dire insuffisamment purifié, et l'extraient soit de la canne, soit de la betterave. En France, la sucrerie ne recourt qu'à la betterave. La raffinerie met en œuvre les sucres des deux provenances, pour les livrer ensuite à la consommation sous la forme marchande que tout le monde connaît.

Les deux articles suivants traiteront uniquement de la sucrerie indigène. Le premier, dû à M. E. Urbain, expose les bases scientifiques des méthodes actuellement appliquées, en même temps qu'il décrit l'outillage employé et les opérations pratiquées dans les usines. Le deuxième article, essentiellement critique, a pour but, étant connus les procédés de fabrication, de rechercher comment ils se sont transformés, sous quelles influences, d'ordre scientifique ou économique, l'industrie sucrière a évolué, enfin dans quelles voies l'état actuel de la science et de la législation semblent l'engager. M. L. Lindet, un maître en ces matières, a bien voulu se charger de cette importante et très délicate étude.

La Direction.

I. — PROCÉDÉS DE FABRICATION

L'industrie du sucre de betterave est de beaucoup postérieure à la fabrication du sucre. Celle-ci remonte à une haute antiquité et semble avoir eu l'Inde pour berceau. Importé en Europe au temps d'Alexandre le Grand, le *sucre indien*, comme on l'appelait alors, s'y répandit peu jusqu'au XIIIe siècle. Pendant les Croisades, les Vénitiens, frappés du port tout spécial de la canne à sucre et de l'usage qui en était fait en Orient, entreprirent de la propager; grâce à leurs efforts, cette plante fut bientôt cultivée en Egypte, en Arabie, en Nubie, à Malte, à Chypre et à Candie. Vers 1420 les Portugais l'apportèrent aux îles du Cap-Vert et aux Açores. C'est alors que l'on apprit à pratiquer, d'une façon rationnelle, l'extraction et le traitement du jus sucré. Il fallut encore un siècle d'efforts pour fonder le *raffinage*. L'obtention courante du sucre épuré ne date donc que de la seconde moitié du XVIe siècle. Jusqu'à la fin du XVIIe cette substance fut exclusivement retirée de la canne.

Cependant notre célèbre agronome Olivier de Serres avait dès 1605 signalé la présence du sucre dans la betterave. Cette observation ne pouvait créer tout de suite la grande industrie que nous avons à décrire : il fallait inventer des procédés d'extraction donnant des rendements suffisants; ces procédés ne commencèrent à apparaître qu'en 1747 : à cette époque un pharmacien allemand, Margraf, obtint de la betterave blanche de Silésie 6,2 °/₀ de sucre, et de la variété rouge 4,5. C'était un grand progrès. Cinquante ans plus tard, Achard, petit-fils de réfugié français à Berlin, améliora la méthode au point de la rendre susceptible d'application pratique. Ce beau résultat inquiéta les Anglais : ils

y virent une menace au commerce de leurs colonies, et résolurent d'étouffer dans l'œuf l'industrie naissante. Dans ce but, ils offrirent à Achard, nous dit L. Walkhoff, 600.000 francs pour prix de sa découverte, sous la condition de la leur céder complètement et de ne divulguer ses procédés à personne. Achard refusa.

Ses essais et ceux de ses imitateurs se trouvèrent néanmoins entravés, en raison du bas prix du

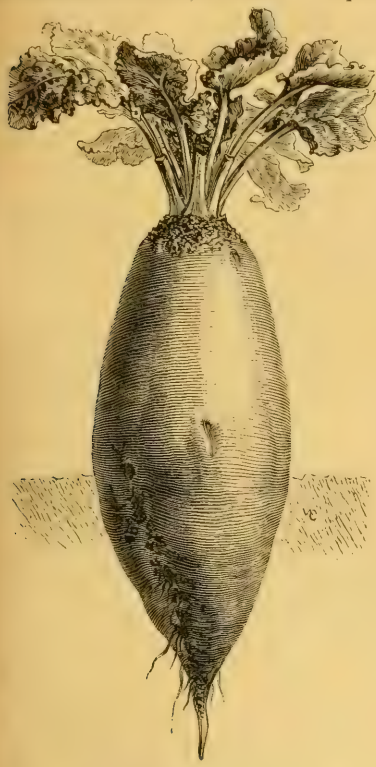


Fig. 1. — *Figure schématique représentant l'aspect moyen des anciennes betteraves à sucre.*

sucre colonial. Mais, en 1810, un événement extraordinaire en détermina la reprise : le *blocus continental* supprima tout d'un coup l'arrivée du sucre en France. Conseillé par Chaptal, Napoléon résolut de tenter, en vue de la production du sucre, la culture de la betterave : 32.000 hectares de terre furent immédiatement affectés à cet essai et un million de francs distribué à titre d'encouragement aux chercheurs. Benjamin Delessert, de glorieuse mémoire, réussit à monter une usine où fut, pour la première fois, pratiquée, dans des conditions acceptables de rendement et de prix, la fabrication du sucre de betteraves.

Depuis lors, cette industrie n'a cessé de grandir, sous l'influence des travaux de Chaptal, Payen, Crépel-Delisle, Derosne, Mathieu de Dombasle, Champenois, Dubrunfaut. La production qui, en France, était de 4 millions de kilogrammes en 1825, s'est élevée au chiffre énorme de 699.300 tonnes pour la campagne 1889-1890, et on l'estime à 800.000 tonnes, soit 800 millions de kilogrammes, pour la campagne 1894-1895.

Peu d'industries offrent l'exemple d'un aussi rapide développement. Si, depuis ses débuts, ses méthodes générales sont demeurées, dans ce qu'elles ont d'essentiel, à peu près les mêmes, elles n'ont cependant cessé de s'affiner; les opérations où se trouvent appliquées ces méthodes, se sont grandement perfectionnées, et graduellement l'outillage lui-même a changé. Nous nous attacherons surtout, dans les pages qui vont suivre, à en exposer l'état actuel.

Fig. 2. — *Betterave blanche de Silésie à collet vert*, actuellement cultivée en vue de la sucrerie.

I. — Achat des betteraves.

La première opération de la sucrerie consiste à bien choisir la betterave. Le choix des races à employer a varié suivant la façon dont a été perçu l'impôt sur le sucre. Quand cet impôt frappait uniquement le sucre fabriqué, sans tenir compte de la richesse saccharine de la plante, on cultivait la *betterave blanche à collet rose* et les races voisines, dont la figure 1 rappelle l'aspect moyen. Ces races étaient beaucoup plus pauvres en sucre que la betterave actuellement cultivée. Aujourd'hui, en effet, que l'impôt est perçu, en majeure partie, sur le poids de matière première (plante effeuillée) introduite dans l'usine, le fabricant a tout intérêt à faire entrer chez lui la plus grande quantité de sucre possible sous forme de betterave. C'est pourquoi l'on cultive actuellement en France, en vue de la sucrerie, la *betterave blanche de Silésie*, notamment la

race silésienne à collet vert, acclimatée en France par MM. de Vilmorin (fig. 2). On voit que les races aujourd'hui cultivées en vue de la sucrerie sont beaucoup plus petites, plus coniques, plus effilées que les anciennes, leur forme se rapprochant un peu de la forme du navet. Cette obtention de variétés très riches en sucre a été le résultat d'une sélection patiemment et méthodiquement pratiquée.

Toutes les races susceptibles de grande richesse saccharine sont loin de convenir également bien aux diverses régions. Le rendement de chacune d'elles en sucre dépend, dans une large mesure, de l'appropriation de la race au terrain. Le fabricant se trouve donc intéressé à déterminer lui-même la graine à cultiver : aussi est-ce lui qui, dans la plupart des cas, la fournit à l'agriculteur. Ce choix de la graine est extrêmement important; mais, comme il requiert un examen physique et chimique très soigné, on compte en France les industriels qui le pratiquent.

Pour l'effectuer, on prend, parmi les betteraves destinées à fournir les graines, celles qui offrent le meilleur aspect, la forme la plus régulière et un poids en rapport avec leurs dimensions. A l'aide d'une sonde, on prélève une certaine quantité du jus de la racine, et l'on en détermine ensuite au polarimètre la richesse saccharine [1]. Quand on a ainsi fait, en janvier, le choix de la racine, on la plante, vers la fin de mars ou le commencement d'avril; la blessure qu'elle a reçue est insignifiante et ne l'empêche pas de pousser : la même année, généralement en octobre, on en recueille la graine. Certaines sucreries des environs de Paris, craignant de ne pas trouver dans leur voisinage les meilleures terres pour la culture des porte-graines choisis, envoient ceux-ci chez des cultivateurs du Nord de la France.

A la sucrerie de Chevry-Cossigny, grâce à un laboratoire parfaitement outillé et à un personnel suffisant, il a été fait, à la fin de la campagne 1894-1895, jusqu'à quinze cents examens de porte-graines par jour, et cela pendant un mois. Ainsi faite chaque année, la sélection des graines assure la régularité des rendements. On ne saurait trop engager les industriels à adopter cette pratique.

La richesse saccharine de la betterave étant fonction non seulement de la race, mais encore du mode de culture, le fabricant doit aussi se préoccuper de la manière dont seront cultivées les graines qu'il confie à l'agriculteur. Dans ses traités avec ce dernier, doivent donc être déterminés les engrais, les soins et les façons qui seront donnés à la plante. Sans entrer dans les détails que requiert la partie agronomique du sujet [1], nous devons cependant en indiquer quelques points :

Se basant sur la fixité des rapports entre les éléments fertilisants et le sucre dans le jus, M. Pellet a rangé les constituants minéraux des engrais dans l'ordre d'importance que voici :

Acide phosphorique,
Magnésie,
Chaux,
Potasse et soude,
Ammoniaque.

Suivant cette classification, on a intérêt à employer comme engrais de la betterave les superphosphates, ainsi que les phosphates fossiles.

On doit aussi chercher à entretenir dans le sol 70 à 80 kilogrammes de sels de potasse à l'hectare; l'addition de chlorure de potassium est très pratiquée en Allemagne.

Le fabricant doit enfin tenir compte, dans ses traités, de ce fait que les betteraves donnent un rendement plus élevé en sucre lorsqu'elles sont semées sur un défoncement que lorsqu'elles sont cultivées sur labour ordinaire (par exemple, elles peuvent donner 17 °/₀ de sucre au lieu de 10) [2].

En général, l'industriel paie la betterave — suivant les régions et l'éloignement de l'usine — à raison de 18 à 25 francs les mille kilos, pour la division 7° du densimètre [3]. Au-dessus de cette densité, il accorde au cultivateur de 0 fr. 40 à 0 fr. 60 par 1.000 kilogrammes de betteraves et par dixième de degré; mais, si la densité est inférieure à 7°, le fabricant retient de 0 fr. 60 à 0 fr. 80 dans les

[1] C'est la *méthode de diffusion aqueuse à froid de Pellet*. On prélève 48gr05 de jus, que l'on introduit dans un ballon jaugé de 50 centimètres cubes avec 1 gramme de sous-acétate de plomb. On ajoute de l'eau, on abat la mousse au moyen de quelques gouttes d'éther, et on complète le volume à 50 centimètres cubes. Le liquide, bien agité, est filtré, puis soumis à une mesure saccharimétrique, dans un polarimètre dont le tube interne a 20 centimètres de longueur. Le résultat multiplié par 2 indique directement la teneur en sucre de la betterave.

[1] Un article spécial sera consacré, dans la *Revue*, à la culture de la betterave. (*N. de la Direction.*)

[2] M. Pagnoul a déterminé, dès 1869, l'influence de l'écartement des plantes et a montré que les betteraves, en culture serrée, sont plus riches en sucre et contiennent moins de sels. Il a démontré également que la diminution de poids qui se produit est largement compensée par la plus grande proportion de sucre et la qualité du jus.

Parmi les savants qui ont le plus contribué à définir ces diverses conditions de sélection et de culture, il est juste de citer en première ligne Violette et H. Pellet. Leurs procédés, actuellement employés, permettent de porter couramment à 16 °/₀ la richesse en sucre de la betterave.

[3] M. de Vilmorin a établi qu'il y a un rapport fixe entre la teneur saccharine du jus et sa densité.

Le petit appareil flottant qui sert à déterminer cette densité est ainsi gradué : plongé dans l'eau pure à 4° de température, il s'y enfonce presque entièrement; au point d'affleurement il marque 0, ce qui correspond à une densité de 1000. Les divisions suivantes 1°, 2°, 3°, 4° correspondent à des densités de 1010, 1020, 1030, etc. Ces degrés sont divisés eux-mêmes par dixième 1°1, 1°2, etc., représentant des densités de 1011, 1012, 1013. — La vérification et le poinçonnage du densimètre officiel ont été rendus obligatoires par la loi de juillet 1889.

mêmes conditions. Enfin, lorsque le sucre atteint un prix convenu à l'avance, — généralement 35 francs les 100 kilogrammes, — il est attribué au cultivateur une majoration dans le prix d'achat. C'est là une sorte de participation dans les bénéfices et un encouragement pour l'agriculteur à apporter tous ses soins à la culture de la betterave et à obtenir des produits riches en sucre.

A leur arrivée à l'usine, les betteraves sont pesées, on procède à la détermination de leur jus, puis les racines sont placées en silo (fig. 3), ou en magasin ; là elles attendent leur mise en œuvre. Le silo doit être bien aéré, avec des cheminées, de distance en distance, pour éviter les fermentations qui ne manqueraient pas de se produire au détriment du sucre (fermentation lactique).

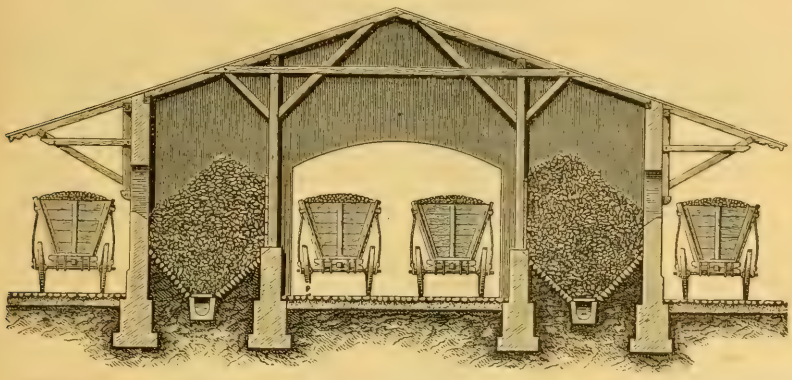


Fig. 3. — *Magasin de betteraves et silos établis au-dessus du caniveau* (transporteur hydraulique) *où elles sont déversées, puis entraînées par un courant d'eau.*

II. — Opérations préliminaires de la sucrerie.

A la surface des racines adhèrent toujours de l'humus, de l'argile impure ou du sable qui, s'ils n'étaient enlevés, mettraient rapidement hors de service les couteaux des coupe-racines. C'est pourquoi la première opération de la sucrerie est le *lavage*. Les betteraves sont amenées à l'appareil laveur au moyen soit de brouettes poussées à bras, soit d'un transporteur hydraulique (fig. 3 *bis*), si l'usine est à proximité d'un cours d'eau. Quand ce dernier mode de transport est possible, il y a, en général, avantage à l'employer ; il est peu coûteux et diminue considérablement la main-d'œuvre.

Le lavage et l'épierrage se font dans un tambour de trois mètres de longueur, percé d'une infinité de petits trous et tournant avec une vitesse de quinze tours par minute dans une caisse remplie d'eau courante. Le tambour est légèrement incliné pour permettre aux betteraves de tomber dans un *épierreur* muni de bras verticaux qui, soulevant les betteraves, les jettent dans le monte-charge qui les porte au coupe-racines, tandis que les pierres, plus lourdes et plus petites, tombent au fond du bac, d'où on les retire d'heure en heure.

Figure 3 *bis*. — *Détail du transporteur hydraulique.* — Coupe verticale. — Le transporteur est constitué par un caniveau en maçonnerie où de l'eau coule avec une certaine vitesse. Pour s'en servir, on enlève le couvercle, et on laisse tomber, par petites quantités, les betteraves, dans le caniveau. Elles sont entraînées par l'eau jusqu'au laveur.

Le coupe-racines est constitué par un disque portant un certain nombre de couteaux disposés horizontalement ; les betteraves sont découpées en lanières très minces appelées *cossettes* et, ainsi divisées, tombent, par un canal appelé *nochère* (fig. 6) dans les vases diffuseurs. La fabrication proprement dite commence à ce moment.

III. — Extraction du jus sucré.

Les opérations précédentes ont uniquement pour but de préparer la racine de la betterave aux opérations ultérieures d'extraction. Cette partie de la plante, qu'on appelle communément la *racine*, formée en réalité par une racine véritable et une tige tubériforme étroitement unies, renferme, après la première année de son existence, une abondante *réserve* de sucre. Cette réserve s'épuise au cours de la seconde année quand on laisse le végétal évoluer dans les conditions naturelles, c'est-à-dire fleurir et monter en graine. Elle existe à l'état de dissolution dans les *vacuoles* des cellules parenchymateuses. On cherchait autrefois à exprimer le suc de ces vacuoles en râpant la betterave et en la pressant au moyen d'une presse hydraulique ou conti-

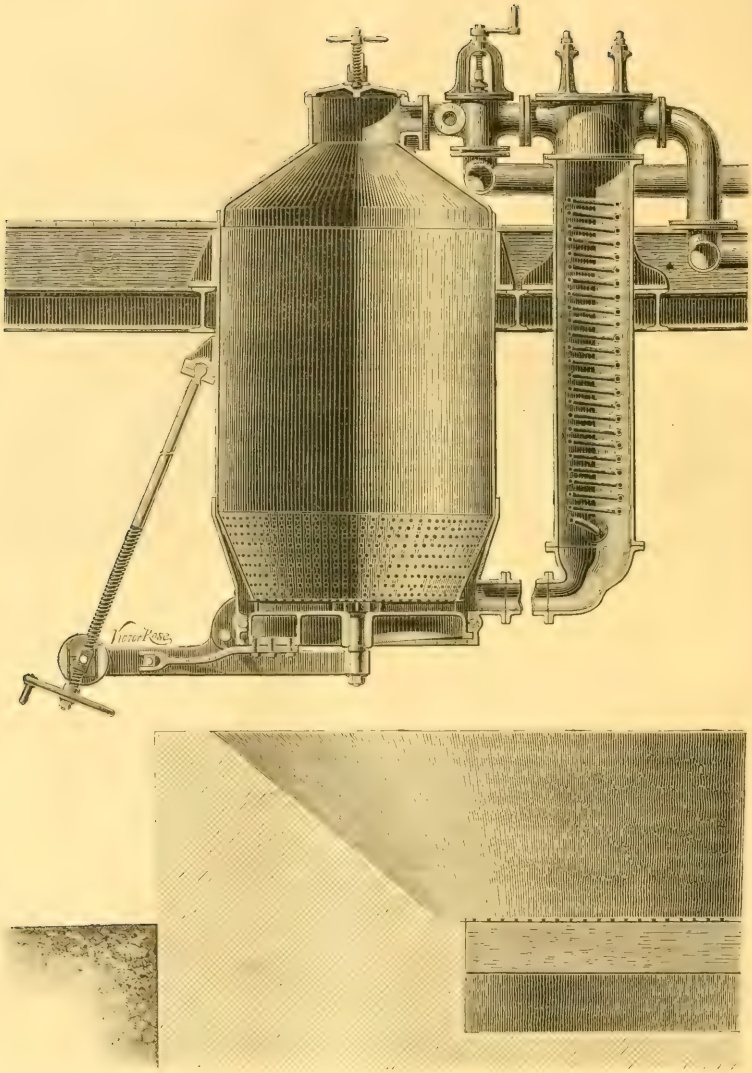


Fig. 4. — *Diffuseur fixe à bayonnette des Anciens Etablissements Cail.* — La partie supérieure de la figure représente, en coupe verticale, un *diffuseur* muni de son *calorisateur*. Un diffuseur voisin (non figuré ici) déverse son jus, par la partie supérieure, dans le calorisateur. Le serpentin de ce calorisateur réchauffe le jus, lequel ensuite, passe, par la partie inférieure, dans le diffuseur figuré ici. Ce diffuseur, rempli de cossettes, enrichit le jus qui y accède. Après une série d'épuisements de cette sorte, le jus est enlevé, et les cossettes épuisées sont, au moyen de la porte de vidange à bayonnette qui forme le fond du diffuseur, déversées dans la *fosse au lion* située au-dessous.

nue. Mais, depuis un certain nombre d'années, les procédés de cette sorte ont été remplacés, dans la plupart des fabriques, par la *diffusion*. Cette opération consiste à faire macérer dans l'eau la betterave sectionnée en tranches minces par le coupe-racines. Elle repose sur le principe de la dialyse de Graham, les membranes cellulaires laissant passer au travers de leur propre substance les corps susceptibles de cristalliser, à l'exclusion de tous les autres. En réalité, dans le procédé de la *diffusion*, le phénomène est un peu plus complexe : le coupe-racines a, en effet, sectionné quantité de cellules, lesquelles mettent par suite en liberté dans le liquide ambiant une grande partie de leur contenu colloïde aussi bien que cristalloïde [1].

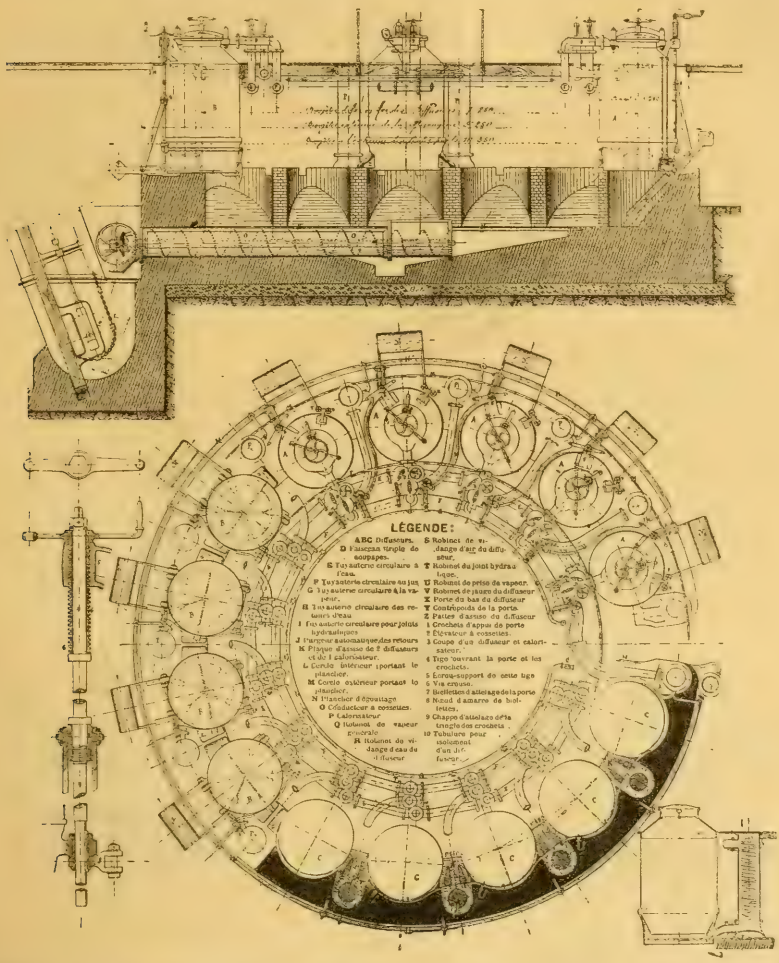


Fig. 5. — *Batterie de diffusion.* — Dans l'angle droit inférieur de la figure est représenté en élévation un *diffuseur* et son *calorisateur*. Quatorze *couples* de cette sorte sont reliés l'un à l'autre et disposés en cercle, comme le montre la partie centrale de la figure (projection horizontale de la batterie). Le plan vertical, qui se trouve au-dessus, représente la coupe verticale de trois vases de diffusion peu éloignés et montre, au-dessous de chacun de ces appareils, les fosses où tombent les cossettes épuisées. Ces cossettes sont recueillies à l'aide d'une vis d'Archimède située horizontalement. Cette vis les porte à un élévateur extérieur. — Sur la gauche de la figure et vers le bas est représentée la commande des robinets adaptés aux diffuseurs.

Pour se rendre compte de la variété de matières

[1] Cet apport est évalué à 4 %.

que la macération des tranches de betteraves peut ainsi entraîner dans le liquide ambiant, il est utile de remarquer que ces tranches renferment en moyenne (s'il s'agit de la betterave blanche de Silésie à collet vert) :

Le tableau de la page 211, emprunté à Scheibler[1], précise le détail de cette composition. Chacune des matières comprises dans ce tableau joue dans la fabrication un rôle, soit utile, soit nuisible, que l'industriel doit connaître. Voyons d'abord la

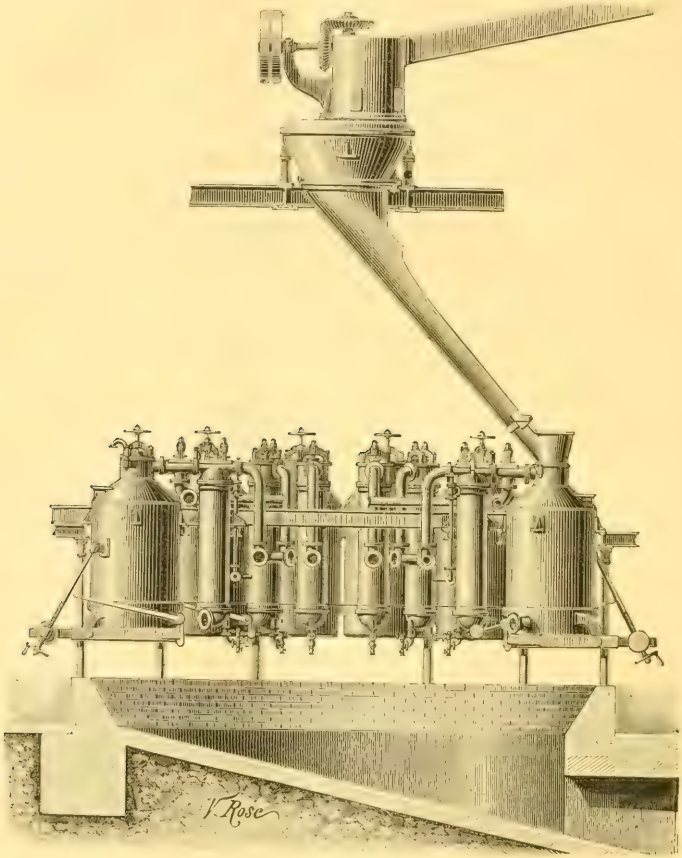


Fig. 6. — *Batterie de 12 diffuseurs avec porte de vidange à baïonnette, système Dujardin.* — A la partie supérieure se trouve le coupe-racines qui déverse les cossettes au moyen d'une glissière (nochère) dans les vases diffuseurs. Au-dessous de ces appareils se trouve la « *fosse au lion* » qui reçoit les cossettes épuisées.

1. Eau	83.5
2. Sucre	10.3
3. Cellulose, pectose et pectine	0.8
4. Albumine, caséine, asparagine et autres matières neutres et azotées	1.5
5. Acides malique, pectique; substances gommeuses; matières grasses, aromatiques et colorantes; huiles essentielles; oxalates, sels minéraux, notamment phosphates, chlorures, sulfates de potassium, sodium et calcium, etc., etc.	3.7
Total	100.0

façon dont ces substances se comportent pendant la macération.

Batteries de diffusion. — L'appareil où s'accomplit ce travail s'appelle la batterie de diffusion. Il se compose (fig. 5) de 8, 10, 12 et même 14 *diffuseurs*. Chaque diffuseur, représenté en coupe par

[1] Scheibler. *Manuel-agenda des fabricants de sucre*, 1 vol. in-8°. Gallois et Dupont, 1895.

la figure 4 (page 208), est un vase d'une capacité variable, qui est souvent de 20 hectolitres. Il est formé d'un cylindre en tôle ; sur le couvercle se trouve une porte de remplissage et sur le fond inférieur une porte de vidange, rendue étanche au moyen d'un tube de caoutchouc et d'un joint hydraulique.

Chaque *diffuseur* est, par le haut, chargé de cossettes de betteraves et d'eau (fig. 6), puis coiffé d'un couvercle que l'on sertit. Il est, comme le montre en coupe la figure 4, raccordé à un appareil de forme cylindrique nommé *calorisateur*. Ce dernier est chauffé soit par un serpentin, soit par un système de tubes repliés, où circule de la vapeur. Tous ces couples, constitués par un diffuseur et un calorisateur, sont associés en série circulaire (fig. 5, plan horizontal) et reliés l'un à l'autre, de telle sorte que deux diffuseurs voisins communiquent entre eux par l'intermédiaire d'un calorisateur. On détermine dans tout ce système une circulation des jus. Suivons le trajet du liquide, en partant d'un diffuseur (fig. 5 et 6). La solution sucrée sortant de ce vase entre, par le haut, dans le calorisateur du couple suivant et s'y trouve portée à une température d'environ 85°, puis, continuant sa descente dans ce cylindre, est refoulée dans le diffuseur auquel il est raccordé ; elle pénètre dans ce diffuseur par le bas et, à mesure qu'elle s'y élève, s'y enrichit en sucre. Après quoi, elle se déverse dans un autre calorisateur, puis dans un autre diffuseur, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'à force de s'enrichir, elle atteigne la densité convenable.

Le passage du jus d'un diffuseur à l'autre s'opère grâce à la pression d'une colonne d'eau, qui s'exerce à la sortie de chaque diffuseur vers le haut et chasse le liquide vers le calorisateur, puis vers le diffuseur suivant.

La figure 6 représente un mode un peu différent d'association des diffuseurs.

Quand les jus ont une densité suffisante, ils sont soutirés et envoyés au bac mesureur. Nous ne pouvons ici entrer dans les détails de la mise en marche ; ce qu'il importe de bien fixer, c'est que la diffusion, phénomène d'osmose, s'opère en épuisant la cossette par des lavages méthodiques.

Les cossettes épuisées sont destinées à la nourriture du bétail et constituent une alimentation très estimée. Mais il faut, avant de les lui donner, exprimer l'eau qu'elles renferment ; on se sert à cet effet des presses Klusemann, que représentent les figures 7 et 8.

Tableau schématique de la composition de la betterave.

84 à 79 %					D'eau
15.5 à 21.0 % de matières sèches de la betterave...					Du sucre
	11.5 à 17 % de matières solubles dans l'eau ..... Jus	Du non sucre	Des cendres	Des sels incombustibles	Potassium, sodium, rubidium. Calcium, magnésium, fer et manganèse en combinaison avec le chlore, acide sulfurique, phosphorique, silicique et nitrique.
				Des sels transformés (par la combustion) en carbonates	Mêmes métaux en combinaison avec des acides oxalique, citrique, malique, succinique, pectique, etc.
			Des matières azotées....		Protéiques (albumine, etc.). Plasmatiques. Asparagines et acides divers. Bétaïne.
			Des matières non azotées.....		Arabinose. Dextrane. Matières pectiques solubles. Chlorophylle. Chromogène. Graisses, etc.
	4.0 à 5.0 % de matières insolubles dans l'eau.....				Cellulose, pectose et matières colorées

Conduite de la diffusion. — Le travail de la diffusion a principalement pour objet : 1° l'épuisement maximum de la cossette ; 2° l'obtention du jus à son maximum de densité. La pratique a démontré que l'on pouvait arriver à limiter la perte de sucre à 2 ‰ du poids des betteraves. Le fabricant a évidemment un grand intérêt à produire des jus à leur maximum de densité, parce que, dans la suite du travail, il y aura moins d'eau à évaporer. Du reste, en conduisant la diffusion d'une manière rationnelle, on obtient un jus dont la densité est sensiblement égale à $\frac{8}{10}$ de la densité initiale du jus de la betterave.

L'expérience démontre que la température maxima à laquelle on peut chauffer le jus dans la diffusion varie de 80° à 90° C. Lorsqu'on chauffe trop, le jus devient impur ; certaines matières or-

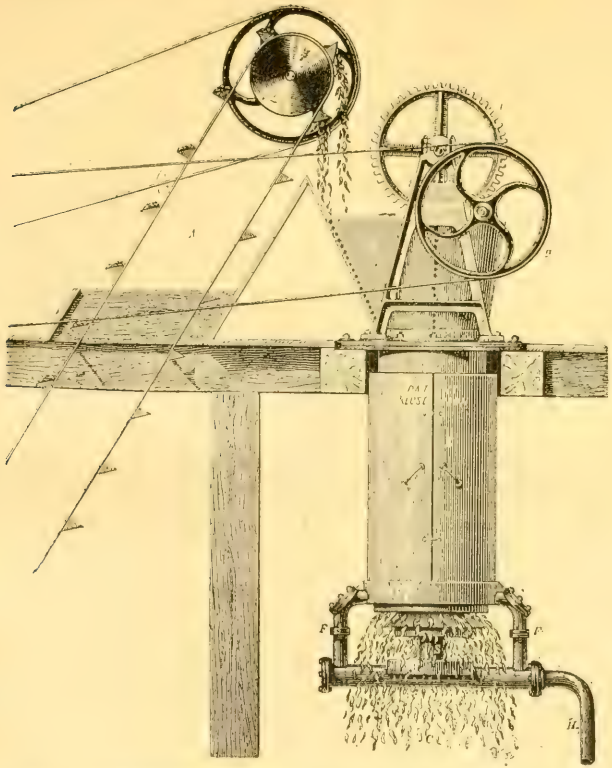


Fig. 7. — *Presse Klusemann* pour enlever l'excès d'eau que renferment les cossettes épuisées et les rendre ainsi propres à l'alimentation du bétail. — Un élévateur à godet monte les cossettes épuisées dans l'entonnoir de la presse, dont la fig. 8 montre la coupe verticale.

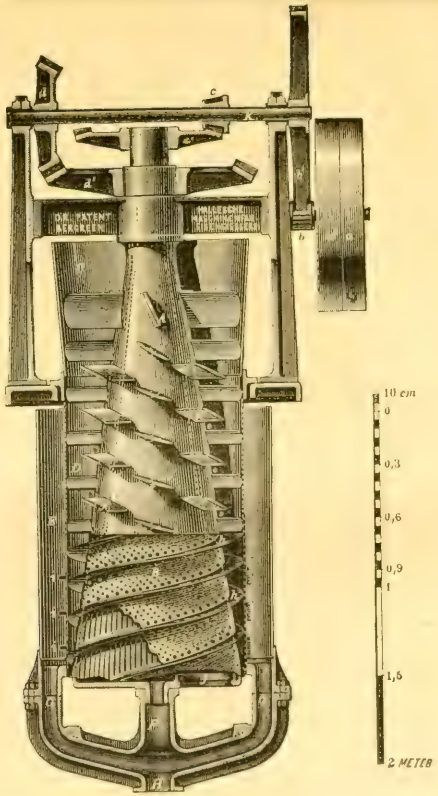


Fig. 8. — *Presse à cossettes, système Klusemann.* — Les cossettes, versées dans la partie supérieure, descendent dans l'appareil, entraînées par les bras de l'axe vertical tronconique en rotation; ces bras pressent les cossettes de plus en plus contre les planchers des divers compartiments de l'appareil. L'eau sort par la partie latérale perforée et les cossettes descendent suivant la vis formée par les bras.

ganiques se dissolvent : il peut y avoir formation d'acide métapectique, — véritable fléau de la fabrication, tous les métapectates étant solubles.

Voici, pour fixer les idées, un exemple de l'échelle des températures aux calorisateurs pour une batterie de douze diffuseurs dont dix sont en activité, en commençant par le diffuseur qui doit être vidé :

Diffuseurs	Températures
1	45
2	60
3	85
4	85
5	85
6	85
7	85
8	85
9	70
10	50

L'épuisement est d'autant meilleur que la durée du contact entre les cossettes et le liquide est plus considérable ; cependant il importe de travailler un peu vite, parce que le temps provoque des altérations du jus.

Le contrôle de la diffusion se fait, dans les sucreries, au moyen d'un bac jaugeur qui mesure les quantités de jus entrant en travail, et surtout par les analyses répétées du chimiste. En laissant, par exemple, 0,5 de sucre pour 100 de betteraves dans les cossettes, on perd inutilement de 3.000 à 3.500 kilogrammes de sucre par million de kilogrammes de betteraves, c'est-à-dire une somme très importante. On conçoit alors toute l'utilité indispensable d'un contrôle chimique, et cependant certaines sucreries françaises ne l'ont pas encore chez elles.

IV. — Chaulage des jus et Carbonatation.

La *diffusion* ayant extrait de la betterave le jus sucré et l'ayant dissous dans l'eau, la dissolution obtenue renferme à la fois du sucre et à peu près toutes les substances solubles qu'énumère le tableau (page 211) : matières azotées, sels minéraux et organiques, acides organiques, etc. Elle est d'abord un peu colorée et légèrement trouble ; à l'air, sa coloration augmente et son état trouble s'accentue encore : il s'y forme de gros flocons noirs. Si la solution était quelque temps abandonnée à elle-même, son sucre ne tarderait pas à s'altérer : il serait vite interti par les acides organiques et subirait, en partie, la fermentation lactique. Aussi importe-t-il de débarrasser le plus rapidement possible la solution des principes autres que le sucre. La méthode employée à cet effet consiste dans l'emploi de l'hydrate de chaux et consécutivement, de l'acide carbonique : la chaux forme avec certains acides organiques et minéraux des composés à peu près insolubles et, avec le sucre, un sel, le saccharate de chaux, qui reste dissous dans l'eau. L'acide carbonique agissant sur ce sel, lui prend la chaux pour former du carbonate de chaux insoluble, et isole le sucre, lequel demeure à peu près seul en solution.

Défécation. — Dans un certain nombre de fabriques on ne chauffe pas les jus au sortir de la batterie de diffusion, et l'on se contente d'y ajouter, en une seule fois, toute la quantité de chaux nécessaire pour faire ensuite la carbonatation. Ce procédé nous semble défectueux, et nous pensons qu'il y a lieu d'opérer un chauffage et une addition fractionnée de la chaux. Cette pratique, observée dans le plus grand nombre des fabriques, donne les meilleurs résultats.

Donc, les jus sortant des diffuseurs, on les additionne d'un litre de lait de chaux à 20° Baumé pour 8 hectolitres de jus, et on les porte, *le plus rapidement possible*, à + 95° C ; c'est là ce qu'on appelle la *défécation ;* on envoie ensuite les jus désignés aux bacs d'attente de la première carbonatation ; ils y reçoivent un dixième de leur volume de lait de chaux à 20 ou 25° Baumé, soit 2 kilos à 2 k. 5 de chaux anhydre par hectolitre de jus.

L'avantage de cette méthode est celui-ci : La petite quantité de chaux employée est suffisante pour saturer les acides organiques en liberté, acides qui, sans cette précaution, intervertiraient la saccharose à la température où il est nécessaire de porter le liquide sucré pour coaguler une certaine quantité de l'albumine végétale dissoute dans le jus. D'autre part, en procédant comme nous venons de l'indiquer, on facilite considérablement le passage des jus carbonatés dans les filtres-presses, opération que nous décrirons plus loin.

Principe des carbonatations. — Le jus sucré qui a subi une première défécation contient encore une grande quantité de matières organiques et de sels minéraux, dont il importe de se débarrasser. A cet effet, on n'emploie plus actuellement que le procédé dit de la *double carbonatation*, imaginé, il y a quelque quarante ans, par Périer et Possoz : Le jus étant additionné de la quantité de chaux nécessaire, il se forme, au sein du liquide, des composés organiques à base de calcium, du sulfate de chaux peu soluble et des saccharates de chaux solubles :

$$C^{12}H^{22}O^{11}CaO$$

et

$$C^{12}H^{12}O^{11}2CaO$$

En agissant sur ces saccharates, l'acide carbonique les décompose ; le carbonate de chaux formé entraîne, en se précipitant, les composés insolubles que les matières précédemment citées forment avec la chaux.

La pratique a démontré qu'il y a tout avantage à répéter cette opération. Avant d'en décrire la technique, il est utile d'indiquer comment se prépa-

rent, dans les sucreries, la chaux et l'acide carbonique destinés au chaulage et à la carbonatation.

Préparation de la chaux et de l'acide carbonique. Pour produire cet acide carbonique et la chaux nécessaire à la défécation, les sucreries possèdent un four à chaux. Ce four (fig. 9) est continu, muni, vers le bas, de plusieurs foyers extérieurs dont la flamme débouche dans le four par une série de canaux; des ouvertures, placées à la base, permettent de retirer de temps en temps la chaux vive. Le haut du four est rétréci et clos par un couvercle qui qui se forme. Le four étant chargé au préalable avec du calcaire, on allume un feu de coke sur les foyers extérieurs. La température s'élève et bientôt la dissociation du carbonate de chaux se produit : on obtient la chaux vive d'une part et, de l'autre, l'acide carbonique qui vient s'ajouter à celui qui est produit par la combustion du coke.

Dans ces conditions il se forme un mélange gazeux qui contient généralement de 25 à 32 % de son volume en gaz carbonique. Toutes les deux heures on introduit, par l'orifice circulaire supérieur, des charges composées de 1 volume de coke contre

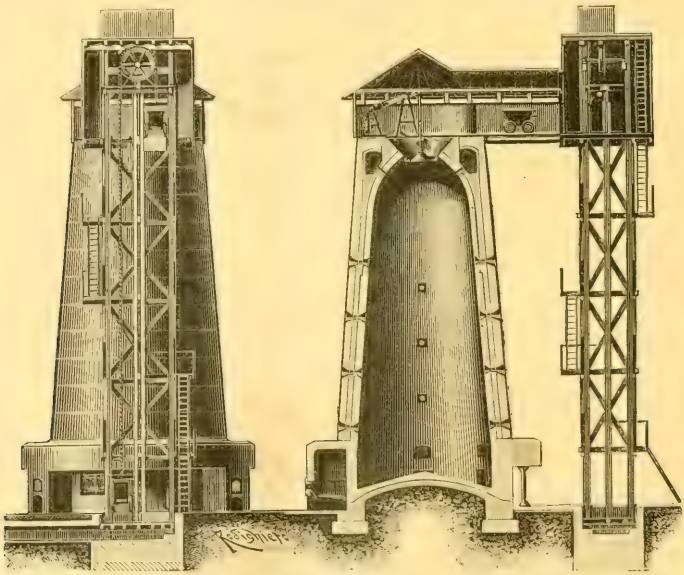


Fig. 9. — *Four à chaux avec monte-charge hydraulique.* — A gauche, vue de l'extérieur; à droite, coupe du four et du monte-charge. — Le monte-charge élève et transporte à la gueule du four le calcaire et le coke. — La coupe montre, à la partie supérieure du four, l'orifice du tuyau circulaire qui recueille les gaz du four. — Sur les côtés, trous d'air et trous pour passer les ringards. — Sur la gauche de la coupe est figuré un foyer.

porte un orifice circulaire, également fermé, et que l'on n'ouvre que lorsqu'on introduit les charges de calcaire et de coke. Au-dessous du couvercle se trouve un canal circulaire où viennent se rassembler les gaz du four; un tuyau latéral en fer y est fixé, par lequel les gaz s'échappent et se rendent au laveur, où ils sont épurés et refroidis.

Des ouvertures, fermées par des bouchons en fonte, sont pratiquées dans la maçonnerie et servent à surveiller la marche du four; elles permettent également d'introduire une barre de fer, avec laquelle on fait descendre le calcaire après avoir retiré une certaine quantité de chaux vive; elles donnent encore le moyen d'introduire une certaine quantité d'air destiné à brûler l'oxyde de carbone 4 volumes de calcaire. Le tirage énergique du four est assuré par une pompe aspirante et refoulante, d'une grande puissance, qui aspire le gaz du four, puis le refoule dans les chaudières à carbonater.

Le lait de chaux se prépare dans des *bacs malaxeurs* au centre desquels se trouve un agitateur constitué par un axe vertical muni de bras horizontaux.

Première carbonatation. — Le jus, déféqué et chaulé, est introduit dans les chaudières de première carbonatation (fig. 10). Ces chaudières, au nombre de trois, sont de grandes caisses en forte tôle, d'une contenance de 45 hectolitres, à fond un peu incliné afin d'en permettre la vidange; elles ont un

couvercle léger pour empêcher les projections, et présentent en avant une ouverture qui permet d'observer la marche de l'opération. Sur le fond de la chaudière se trouve, disposé en forme de carré, le tuyau d'arrivée du gaz carbonique ; ce tuyau est percé d'une infinité de petits trous par lesquels le gaz se dégage. Autour du tuyau est placé un serpentin réchauffeur à trois circonvolutions, dans lequel circule la vapeur; deux robinets règlent l'arrivée du gaz carbonique, ainsi que celle de la vapeur. L'introduction du jus se fait par un tuyau latéral venant d'un monte-jus qui envoie le jus de la défécation à la carbonatation. Le travail s'opère de la manière suivante : on commence à chauffer pendant que l'on fait arriver le gaz carbonique. Il se produit, à la suite, des bulles qui soulèvent la masse et forment une mousse volumineuse; l'on abat cette mousse en l'arrosant de temps en temps avec quelques cuillerées de graisse fondue. Tout en carbonatant, on continue de chauffer jusqu'à ce que le jus soit à la température de 70°; on cesse alors l'introduction de la vapeur dans le serpentin, tandis qu'on laisse l'acide carbonique se dégager jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une alcalinité égale à 1 gramme 20 de CaO par litre [1].

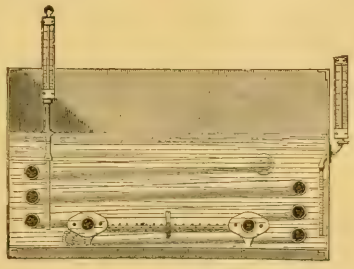


Fig. 10. — *Chaudière à carbonater* (coupe) représentée à toute petite échelle. — A la partie inférieure se trouve le tuyau formant carré et perforé de trous qui distribue l'acide carbonique. — A l'intérieur et sur le côté, thermomètres.

On a presque partout supprimé la décantation qui suivait les carbonatations. Cette manière d'opérer est plus rapide et donne un jus plus clair. Il a fallu, par contre, augmenter le nombre des filtres-presses et en faire deux batteries.

Le *filtre-presse* (fig. 11 et 13) se compose d'une série de boîtes (fig. 12) constituées comme suit : chacune comprend un fort cadre en fonte de forme quadrangulaire. De part et d'autre de ce cadre sont fixées, sur ses montants, deux plaques de fonte perforées, qui se trouvent, par conséquent, être parallèles l'une à l'autre et séparées seulement par l'épaisseur du cadre. Ces plaques perforées sont revêtues d'une toile de lin, au travers de laquelle se fait, comme nous allons l'indiquer, la filtration.

Les boîtes, constituées comme il vient d'être dit, sont placées debout à côté les unes des autres A B A B A B A B A B... (fig. 11), et c'est dans l'intervalle qui sépare deux boîtes consécutives qu' arrive le liquide boueux. Il entre par le robinet D et est distribué par une canalisation à tous les intervalles compris entre les boîtes. Le jus, filtrant au travers de leurs toiles, pénètre dans toutes les boîtes. Chacune de celles-ci porte, à sa partie inférieure, un robinet R par où s'écoule le jus filtré. Ce jus est recueilli dans la bassine D.

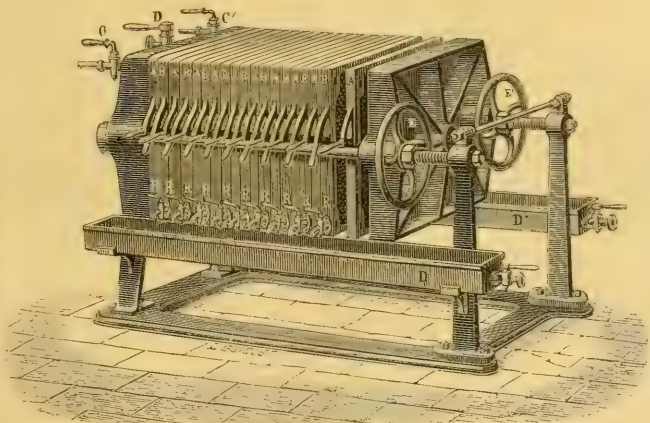


Fig. 11. — *Filtre-presse.* — ABABAB..., boîtes filtrantes. — Le liquide boueux entre par le robinet D; le jus filtré sort par les robinets R. Les robinets C et C' servent à faire passer un courant d'eau destiné à nettoyer le filtre.

Deuxième carbonatation. — Le jus est ensuite envoyé à la deuxième carbonatation. Les chaudières employées à cet usage sont au nombre de deux et semblables, en toutes façons, aux chaudières de première carbonatation. Le jus y est additionné d'un lait de chaux de manière qu'il y ait environ 0,7 °/₀ de chaux, et carbonaté dans les mêmes conditions. On arrête la carbonatation lorsque le jus possède encore une alcalinité de 0,15 à 0,20 par litre. Cette alcalinité est généralement due aux alcalis naturels de la betterave : la soude et la potasse.

Le jus est envoyé à la deuxième batterie de

[1] En sucrerie, l'alcalinité est toujours, quel que soit l'alcali ou l'alcalino-terreux qui la donne, exprimée en chaux.

filtres-presses, filtré dans les mêmes conditions et réchauffé dans des chaudières analogues à celles de la carbonatation, mais ne possédant pas naturellement de tuyau d'arrivée du gaz carbonique.

Le jus qui sort de ces chaudières est filtré dans des filtres à cadres, garnis de toiles (ces filtres suffisent à arrêter les dernières substances insolubles qui n'auraient pas été enlevées après les passages aux filtres-presses), puis envoyé aux appareils d'évaporation [1].

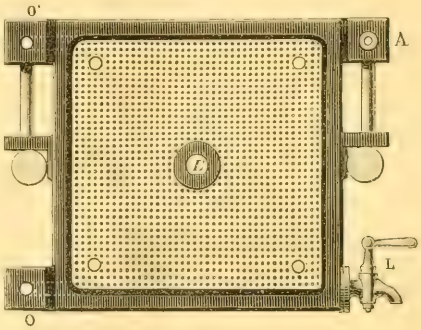


Fig. 12. — *Elément de filtre-presse.*

Indépendamment des deux carbonatations, certaines usines traitent les jus par le gaz sulfureux. On sature ainsi certaines bases, on précipite aussi quelques matières étrangères, et l'on produit ainsi une décoloration assez marquée du sirop.

On a proposé aussi, pour supprimer les carbonatations, un traitement électrolytique des jus. Ce procédé, actuellement à l'étude, donnera peut-être d'excellents résultats. Le lecteur nous pardonnera de ne pas lui donner de détails à ce sujet, puisque l'application industrielle n'en a pas été encore faite en dehors des usines où elle s'étudie.

V. — ÉVAPORATION ET CUITE DES JUS

La solution sucrée étant débarrassée de la plupart des matières étrangères provenant des cellules de la plante, il convient d'isoler le sucre de la solution.

Pour lui permettre de cristalliser, il faut concentrer fortement le jus carbonaté et filtré. Cette concentration comporte deux phases bien distinctes : la première, *évaporation* ou *concentration*, consiste en la réduction du liquide à peu près à la moitié du volume primitif du jus, qui sera transformé en sirop ; la seconde, dite *cuite de sirop*, comprend une nouvelle concentration jusqu'à la cristallisation du sucre.

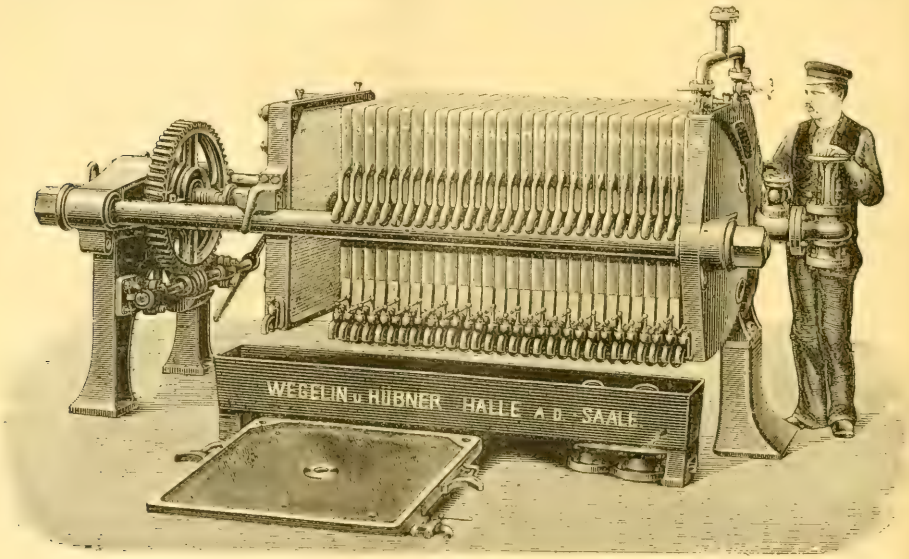


Fig. 13. — *Autre système de filtre-presse à lavage.*

Concentration du jus. — Par l'évaporation de

[1] Dans presque toutes les sucreries on a supprimé les filtres à noir qui ne produisent pas un effet actif proportionnel à leur prix d'achat et d'entretien.

74 kilogrammes d'eau, 100 kilogrammes de jus fournissent approximativement, en sirop, 26 kilogrammes qui, par la cuite, se réduisent eux-mêmes à 14 kilogrammes de masse brute cristalline.

Le chauffage à la vapeur est moins dangereux et plus économique que le chauffage à feu nu employé précédemment. Pendant longtemps, l'évaporation du jus se faisait dans des chaudières à air libre; mais la température d'ébullition, étant trop élevée, amenait fatalement et une coloration du liquide en brun et une transformation d'une partie du sucre cristallisable en sucre incristallisable. On recourut enfin à la concentration dans le vide, où l'ébullition a lieu à une température assez basse; et la différence entre la température de la vapeur dans les tubes chauffeurs et celle du liquide étant plus considérable, on obtient, à surface de chauffe égale, plus d'effet utile et, par suite, une concentration plus rapide. En 1812 Howard construisit la première chaudière à évaporation dans le vide; plus tard, M. Rillieux, en Amérique, employa la vapeur dégagée par les sirops et les jus en ébullition pour l'évaporation d'une autre partie de jus moins concentré. Enfin, en Europe, Degrand, Cail, Derosne, Robert, Roth, Fischbein, Walkhoff, Aders, de Seelowits, etc., etc., inventèrent ou perfectionnèrent des appareils basés sur le même principe.

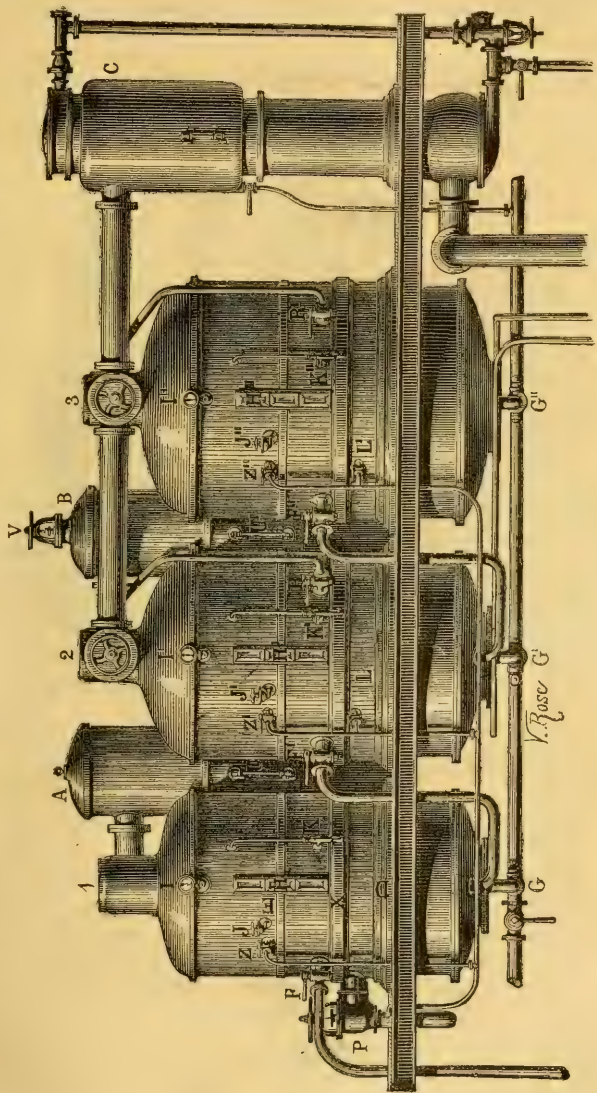


Fig. 14. — *Triple effet, système Cail.*

L'appareil aujourd'hui employé à peu près partout, à quelques variantes près, est le système, dit *à triple effet* (fig. 14), dû à MM. Cail et Cie, ou une variété de ce type, l'appareil Dujardin (fig. 15). Cet appareil se compose de trois chaudières ou caisses, situées à côté les unes des autres sur le même plan, et communiquant de telle sorte que la vapeur émise par le liquide, pendant qu'on chauffe, puisse être employée à vaporiser le jus contenu dans la suivante. L'évaporation est facilitée par un vide relatif que produisent, d'une part, une pompe à air et à eau, d'autre part, la condensation des vapeurs sortant des chaudières. Chacune de celles-ci est constituée par un cylindre à parois de fonte, divisé

en trois compartiments superposés. Le compartiment inférieur renferme un système de tubes verticaux, visible sur la partie gauche de la figure 15 : chaque tube débouche dans le compartiment moyen. Le jus à concentrer remplit, d'une part, tous ces tubes, d'autre part, le fond du compartiment moyen. L'espace compris entre ces tubes est occupé par la vapeur servant au chauffage.

La chaudière de gauche est chauffée par la vapeur d'échappement des machines de l'usine; sous l'influence de cette vapeur, le jus est rapidement porté à l'ébullition : les vapeurs qu'il émet se rendent entre les tubes de la seconde chaudière, échauffent le jus qu'ils renferment et le portent à l'ébullition ; ce dernier agit de même à l'égard du jus de la troisième chaudière.

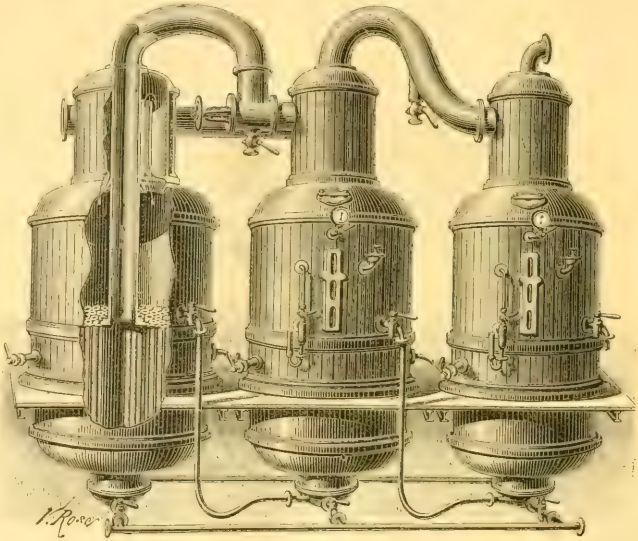


Fig. 15. — *Appareil à triple effet pour la concentration du jus sucré.* — La chaudière de gauche montre la disposition interne des trois chaudières : chacune est divisée par deux cloisons horizontales, en trois compartiments superposés. Les deux chaudières de droite montrent, vers la base de leur dôme, des orifices, trous d'homme, etc., servant à introduire à l'intérieur des trois chaudières de l'acide chlorhydrique pour les nettoyer. — Suivant une génératrice de leur surface cylindrique on voit des lunettes en cristal permettant d'observer du dehors le niveau du liquide à l'intérieur. Ces chaudières possèdent un revêtement de bois destiné à diminuer la déperdition de chaleur.

Ce système réalise une importante économie de combustible, puisque la vapeur envoyée dans la première chaudière chauffe indirectement les deux autres.

Le degré de vide n'est pas le même dans ces trois caisses : si nous représentons la pression dans la dernière chaudière par une colonne mercurielle de 11 centimètres, la pression sera 38 centimètres dans la deuxième, et 65 centimètres dans la première, à + 96° C., dans la seconde à + 82° C, dans la troisième à + 54° C, Le jus qui arrive dans la première caisse en vertu du vide relatif qui existe dans l'appareil, passe donc successivement dans les deux autres et sort d'une manière continue de la troisième.

Les robinets sont réglés de façon que le jus ait une densité correspondant à environ 10° Baumé en sortant de la première chaudière, 18° en sortant de la seconde, et 28° à 30° en quittant l'appareil.

M. Horsin-Déon construit actuellement, sur le même principe, des appareils à quadruple, quintuple et même sextuple effet. Le jus, dans ce dernier cas, est réchauffé dans les deux premières caisses. Les vapeurs produites dans ces caisses servent au chauffage de l'appareil à cuire, ainsi qu'à celui des chaudières à carbonater. L'économie de chauffage réalisée dans ces conditions est de 30 % sur le combustible utilisé par le triple effet ordinaire.

Les sirops sortant du triple effet sont filtrés mécaniquement dans les mêmes conditions que les jus qui y entrent. Les filtres employés sont de même sorte (filtres Puvrez, Daneck, etc.).

Quel que soit le filtre employé, l'économie réalisée par la suppression totale du noir, varie de 0 fr. 75 à 1 fr. 50 par 1.000 kilog. de betteraves, soit environ de 0 fr. 50 à 1 franc par 100 kilog. de sucre. A l'heure où nous écrivons ces lignes, le bas prix du sucre brut (24 fr. 75 les 100 kilog.) a forcé les industriels à faire des réformes et à diminuer considérablement leur main-d'œuvre.

On s'était aperçu, depuis longtemps, que l'influence de la décoloration sur la pureté du sucre de premier jet est secondaire, et que la principale action du noir se réduit à une purification mécanique ; dans ces conditions, la suppression de la filtration sur noir s'imposait.

Cuite du jus. — Le sirop filtré est ensuite concentré jusqu'à cristallisation. Cette concentration s'effectue dans la *chaudière à cuire* (fig. 16, 17 et 18). C'est

une chaudière cylindrique, chauffée par trois serpentins intérieurs (fig. 17), munis chacun d'un robinet placé extérieurement, adapté sur le tuyau qui amène la vapeur directe des générateurs. Les serpentins sont superposés; on peut donc, suivant la hauteur du sirop, chauffer d'abord par le serpentin inférieur, puis par le premier et le second réunis. Enfin, quand la hauteur du sirop dépasse le serpentin supérieur, on introduit la vapeur dans les trois serpentins. Les sirops arrivent par un tuyau à robinet, appelés par le vide de l'appareil. Ce tuyau débouche dans la chaudière à la hauteur du deuxième serpentin.

Comme dans l'appareil précédemment cité, la chaudière est pourvue de lunettes en cristal permettant d'observer la surface du sirop en ébullition, ainsi que la façon dont s'opère la *cuite*. La chaudière à cuire est munie, à sa partie supérieure, d'un manomètre et d'un thermomètre, et sur le côté se trouve un entonnoir à robinet permettant l'introduction d'un peu de graine destinée à abattre la mousse qu'une ébullition tumultueuse ne manque pas de former. Au sommet se trouve un dôme; un large tuyau s'y adapte, par lequel s'échappe la vapeur résultant de l'évaporation. Cette vapeur est aspirée, en même temps que l'air, au moyen d'une pompe à air et à eau.

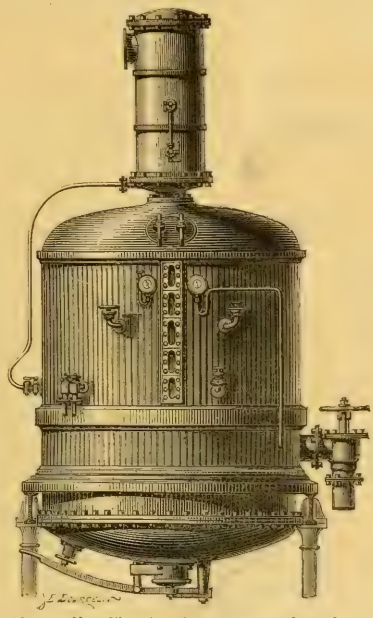


Fig. 16. — *Chaudière à cuire avec grand condenseur de vapeur supérieur.*

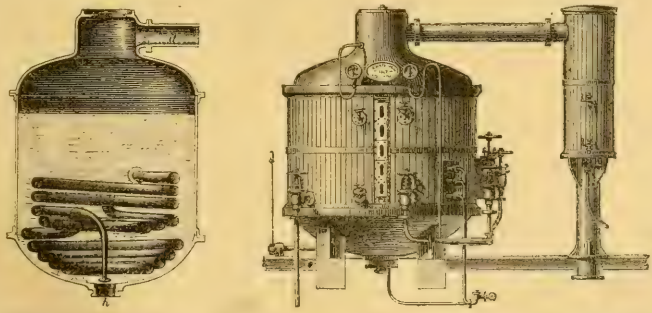


Fig. 17 et 18. — *Chaudière à cuire avec condenseur latéral.* — La figure 17 représente la coupe verticale intérieure de la chaudière. On y voit les trois serpentins où circule la vapeur qui chauffe la chaudière.

Conduite de la cuite en grains. — On commence à faire le vide dans la chaudière, puis on ouvre le robinet qui commande l'arrivée du sirop filtré. Lorsque le niveau du sirop dans la chaudière s'approche de la première lunette, on ferme ce robinet et on commence à chauffer par le premier serpentin. On chauffe jusqu'à ce que le sirop soit concentré de manière à donner la *preuve au crochet*. Pour cela, une goutte de sirop prise entre le pouce et l'index doit donner, lorsqu'on écarte ces deux doigts, un filet qui se rompt en formant deux crochets. A ce moment, on introduit une nouvelle charge de sirop, et bientôt après on commence à apercevoir de petits cristaux. On règle alors l'arrivée du sirop, et, la cristallisation se continuant, les cristaux augmentent progressivement de volume.

En observant sur une lame de verre un échantillon prélevé de temps en temps, le cuiseur suit la marche de l'opération et s'assure que le grain se nourrit régulièrement.

Lorsque le niveau du sirop parvient à la partie supérieure de la chaudière, l'ouvrier ferme l'arrivée du sirop et continue à cuire jusqu'à ce que le grain soit arrivé à son développement normal (en terme de métier cette opération se nomme le serrage de la cuite).

Lorsque la cuite est terminée, on arrête le jeu de la pompe; on ouvre le robinet à air adapté un peu au-dessous du dôme, puis la soupape du fond, et tout le contenu de la chaudière, ce qu'on appelle la

masse cuite du premier jet, tombe dans un entonnoir auquel est adaptée une gouttière en pente, qui conduit cette masse grenue et épaisse dans de grands bacs rectangulaires où on la laisse refroidir pendant une heure ou deux.

La masse cuite de premier jet est ensuite turbinée.

VI. — Séparation mécanique du sucre.

Pour opérer la séparation du sucre et du sirop, on peut se servir des *formes*, des *caisses* ou des *turbines* (fig. 19 et 20). Depuis l'emploi des chaudières à cuire dans le vide, on n'utilise plus que les turbines. Elles sont formées d'un tambour en toile métallique fine, ouvert à sa partie supérieure et consolidé de toutes parts par des bandes de fer. Le tambour est fixé à un axe vertical reposant sur un coussinet; cet axe porte à son extrémité supérieure un cône de frottement, auquel un cône semblable, fixé sur un axe horizontal, portant une poulie motrice, imprime un mouvement très rapide de rotation, qui se transmet au tambour et lui communique une vitesse de 1.200 tours à la minute.

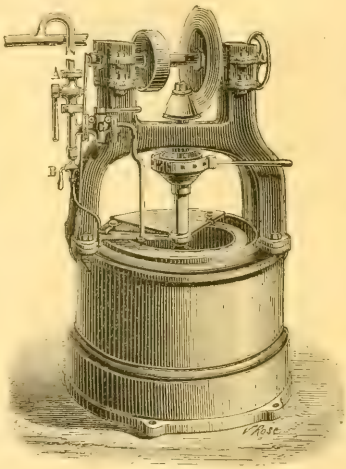


Fig. 19. — *Turbine à mouvement supérieur pour séparer du sucre cristallisé les mélasses.*

La masse cuite, en se refroidissant, a pris une certaine consistance. Il est nécessaire de la désagréger avant de la porter aux turbines. On se sert à cet effet d'une *malaxeuse*, caisse quadrangulaire à l'intérieur de laquelle se meut un cylindre armé de dents. La caisse est surmontée d'un entonnoir dans lequel on jette, à l'aide d'une pelle, le contenu des cristallisoirs. La masse cuite est réduite en bouillie homogène; un tiroir, fixé à la base de la caisse, permet de recueillir la masse lorsque celle-ci a acquis la fluidité voulue. On la reçoit dans une boite en tôle et on la porte rapidement aux turbines.

Lorsque la masse est introduite dans le tambour, on met celui-ci en mouvement. Sous l'influence de la rotation, le sucre se distribue verticalement autour des parois. La mélasse qui entoure les cristaux traverse seule la toile métallique, et est lancée contre la paroi d'un réservoir en fonte qui entoure le tambour; cette mélasse se rassemble dans le fond du réservoir, et un tuyau en permet l'écoulement dans un bac destiné à cet usage. Afin d'obtenir un produit plus pur, on laisse le sucre dans le tambour, en y ajoutant une certaine quantité d'un sirop pur, qui déplace la mélasse restant adhérente aux cristaux; enfin, pour produire une épuration plus complète, on dirige un jet de vapeur pendant quelques instants sur les cristaux, et on arrête ensuite la turbine.

Au moyen d'une pelle en cuivre à manche court, on retire le sucre de la turbine, on le met en sacs, que l'on porte ensuite dans un magasin spécial. Le sucre est étendu là sur le plancher et on favorise sa dessiccation en entretenant dans cette pièce une température propice.

Le sucre ainsi obtenu (*sucre de premier jet*) forme de petits cristaux réguliers, parfaitement blancs, susceptibles d'être immédiatement livrés au commerce; cependant la majeure partie est livrée à la Raffinerie, qui n'a d'autre travail qu'à le mettre en pains et le livrer ensuite à la consommation.

VII. — Extraction des sucres de 2e et 3e jets.

Le turbinage que nous venons de décrire a séparé du sucre cristallisé des jus très complexes, en général assez troubles, appelés *mélasses*, et qui retiennent, malgré les opérations précédentes, de grandes quantités de sucre. Il est indispensable d'extraire ces quantités. A cet effet, la mélasse résultant du premier turbinage est partagée en deux parties :

1° Égouts pauvres, produits depuis le commencement du turbinage jusqu'au moment où l'on clairce;

2° Égouts riches, produits à partir du moment où l'on commence à claircer jusqu'à la fin du turbinage; un dispositif, imaginé par M. Thomas, permet la séparation automatique des égouts.

Les égouts riches, relativement purs, rentrent dans le travail à la deuxième carbonatation.

Les égouts pauvres sont concentrés à nouveau et fournissent les sucres des 2me et 3me jets.

En effet, ces égouts contiennent beaucoup de sucre, qu'il importe de recueillir; mais, comme ils contiennent une forte proportion de matières étrangères, la cuite en grains ne peut pas être employée. On cuit seulement jusqu'à l'épreuve dite *du filet* et on envoie cette masse cuite dans des cristallisoirs très profonds de forme quadrangulaire, où le refroidissement est retardé par une température de 40° à 45°, que l'on maintient dans la salle où se trouvent les bacs cristallisoirs (emplis). Au bout de quelques jours la cristallisation

est terminée, on vide alors les cristallisoirs et on turbine la masse. Le sucre produit est brun clair, et doit être épuré par le raffinage avant d'être livré à la consommation. Les égouts du turbinage du 2me produit sont concentrés à nouveau, et la masse cuite (3me jet) ainsi formée est envoyée aux emplis. Mais la cristallisation est longue, demande au moins *4 à 5 mois*. Le sucre turbiné (3me jet) est d'une couleur plus foncée que le précédent et est livré dans les mêmes conditions que le 2me jet au raffineur.

Le sirop dégagé du 3me jet forme les mélasses qui ne donnent par concentration que peu ou même pas de sucre cristallisable. Elles sont vendues aux distillateurs et employées par ceux-ci à la fabrication de l'alcool, ainsi qu'à l'extraction des sels potassiques des vinasses formant le résidu de la distillation alcoolique.

La mélasse de betterave est noirâtre, visqueuse, d'un goût repoussant, plutôt salin que sucré; elle marque généralement de 42° à 45° Beaumé.

Sa composition moyenne est la suivante :

Eau	18 %
Sucre cristallisable	50
Sels et matières organiques	32

M. Steffen a proposé, pour éviter le travail des 2me et 3me jets, un procédé de cristallisation en mouvement, très élégant, qui n'a été installé que dans peu de sucreries en raison du prix de son installation. Voici, brièvement, en quoi il consiste : A mesure que le grain se forme dans la chaudière à cuire, le sirop s'appauvrit au point de se rapprocher de la constitution finale de la mélasse. Au lieu d'introduire du sirop pur, on fait seulement des charges avec du sirop de même pureté que celui qui reste après la formation du grain. Il restera donc au turbinage du sucre blanc, d'un côté, et de la mélasse marchande.

Pour obtenir ce résultat, voici, d'après M. H. Déon, comment M. Steffen opère :

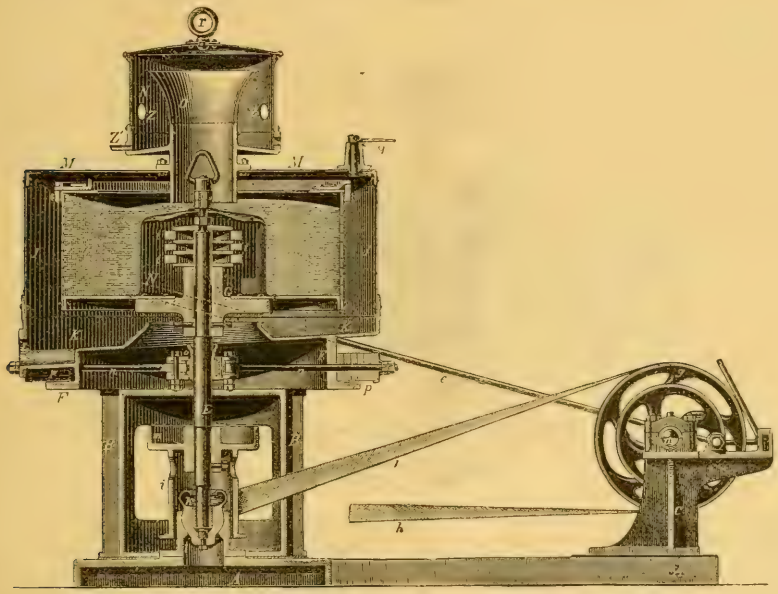


Fig. 20. — *Turbine à mouvement inférieur.* — H, tambour dans lequel on introduit le sucre à turbiner. — J, cylindre en fonte contre lequel est projetée la mélasse. — E, axe central porté sur coussinet.

« Les masses cuites, refroidies méthodiquement et en mouvement sont reçues dans des bacs ayant un double fond formé d'une toile métallique. Une sucette aspire l'égout qui souille le grain et celui-ci reste seul dans le bac. Pour nettoyer ce grain qui retient encore de la mélasse interposée, on le lave avec une clairce un peu moins impure, que l'on suce de la même manière; puis avec une troisième plus pure, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on clairce avec du sirop pur. On obtient ainsi dans le bac du sucre tout à fait blanc.

« Les clairces successives servent à traiter les masses cuites suivantes, et l'excédent est introduit méthodiquement dans l'appareil à cuire[1]. »

Le sucre est alors turbiné pour enlever les dernières traces de clairce, et séché ensuite dans

[1] Horsin-Déon, *Bulletin de la Société Chimique de Paris* (25 janvier 1895).

des cylindres tournants où circule de l'air chaud.

Ce procédé ne s'est pas encore généralisé. D'ailleurs, il reste encore de la mélasse dont nous avons déjà donné la composition, et qu'il importe de traiter.

VIII. — DÉSUCRAGE DES MÉLASSES.

La forte proportion de sucre cristallisable contenu dans les mélasses a naturellement conduit les industriels à chercher les moyens d'extraire ce sucre. Il en est résulté un grand nombre de méthodes dont nous n'étudierons que les principales :

1. Osmose imaginée par DUBRUNFAUT.
2. Osmose calcique (DUBRUNFAUT, SCHOLVIEN).
3. Désucrage par la baryte (DUBRUNFAUT).
4. Désucrage par la strontiane (DUBRUNFAUT, STAMMER, SCHEIBLER).
5. Désucrage par la chaux (STEFFEN).
6. Désucrage par le saccharocarbonate de chaux (MM. BOIVIN et LOISEAU).

Tous les cadres sont percés à la partie inférieure et à la partie supérieure de deux séries de trous, qui forment quatre canaux. Deux de ces canaux servent au passage de la mélasse, et les deux autres servent au passage de l'eau pure. L'appareil est monté de telle façon que les deux canaux à mélasse (le canal supérieur et le canal inférieur) communiquent avec les chambres paires, tandis que les canaux à eau pure, disposés de la même façon, communiquent avec les chambres impaires.

Lorsque l'osmogène est prêt à fonctionner, on envoie la mélasse dans les chambres paires, et on fait circuler de l'eau chaude dans les chambres impaires. A travers la membrane, il s'établit un double courant. Les sels et autres principes très diffusibles passent dans l'eau plus rapidement que le sucre. La mélasse se trouve en même temps diluée ; et on fait sortir cette mélasse de l'osmogène avant que le sucre ne diffuse lui-même. Les mélasses osmosées sont recuites, et, après un séjour de quelques semaines dans les cristallisoirs, abandonnent de 20 à 25 kilog. de sucre par hectolitre de masse cuite. Ce qui reste est soumis à une nouvelle osmose, et ainsi de suite.

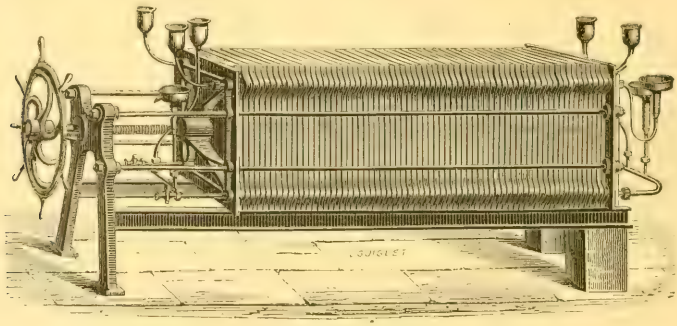


Fig. 21 — *Osmogène.*

Nous n'entrerons pas dans les détails des différentes opérations, et n'indiquerons ici que les principes qui les guident.

Osmose. — La présence d'une partie de sel (chlorures de potassium et de sodium) empêchant la cristallisation de 4 parties de sucre, on a cherché à éliminer la majeure partie des sels que renferment les mélasses. A cet effet, on soumet la mélasse à une dialyse. L'osmose ou dialyse repose sur ce principe que la mélasse enfermée dans un vase à parois poreuses (membrane animale, papier-parchemin, terre cuite non vernissée), qu'on plonge dans l'eau pure, abandonne, par diffusion, les sels minéraux qu'elle renferme bien plus rapidement que le sucre.

L'osmogène employé à cet effet (fig. 21) se compose d'une série de cadres en bois dur, entre lesquels on interpose, de deux en deux, une feuille de papier-parchemin. Ces cadres sont serrés les uns contre les autres au moyen de tiges en fer et de boulons à écrous ; on assure l'étanchéité du système au moyen de garnitures de caoutchouc.

Osmose calcique. — On prépare le saccharate monocalcique en ajoutant un lait de chaux à la mélasse, on osmose ensuite ; le saccharate monocalcique, comme tous les sels de chaux, ne diffuse que fort lentement. On élimine ainsi presque toutes les matières étrangères ; le saccharate monocalcique est ensuite carbonaté, et le sirop repasse par toutes les phases des opérations décrites plus haut.

Ces procédés nous semblent destinés à céder la place aux procédés de désucrage par les agents chimiques.

Désucrage par la baryte. — Peligot a étudié les différentes combinaisons que forment les *alcalino-terreux* avec la saccharose. Il résulte de ses travaux

que certains saccharates sont solubles, tandis que d'autres sont insolubles. Le principe sur lequel s'appuie le désucrage des mélasses est donc celui-ci : Entraîner le sucre dans une combinaison insoluble, que l'on puisse recueillir et laver, et déplacer ensuite le sucre de cette combinaison par un réactif convenable (CO^2 ou SO^2).

Si l'on dissout dans trois parties égales d'un même sirop des quantités de baryte, strontiane et chaux proportionnelles à leurs poids moléculaires respectifs, de telle façon qu'il existe une molécule de la base par molécule de saccharose, on obtient les précipités suivants à l'ébullition :

$C^{12}H^{22}O^{11}BaO$.....	Saccharate monobasique
$C^{12}H^{22}O^{11}2SrO$.....	» bibasique
$C^{12}H^{22}O^{11}3CaO$..... ...	» tribasique.

On voit que dans la première liqueur tout le sucre est entré en combinaison; elle est à peu près désucrée, tandis que la seconde contient au moins la moitié du sucre primitif, et la troisième les deux tiers.

Le procédé de désucrage à la baryte serait donc excellent, n'était la difficulté de récupérer la baryte, — qui coûte d'ailleurs fort cher, — et le carbonate de baryte retrouvé à la fin de l'opération étant difficilement caustifiable.

Désucrage par la strontiane. — Il semblerait que la cherté encore plus considérable de la strontiane ait dû rendre impossible l'emploi de cet agent d'épuration. Cependant, les conditions du travail ainsi que la facile récupération du carbonate de strontiane, font reconnaître au procédé *Scheibler* par la strontiane de nombreux avantages. Le point nouveau et le plus intéressant de ce procédé est le suivant :

Le saccharate bistrontique, précipité à chaud, se dédouble, au contact de l'eau froide, en hydrate de strontiane et en un saccharate monostrontique soluble.

En projetant dans la liqueur quelques cristaux d'hydrate de strontium, on détermine la cristallisation de l'hydrate : $Sr.(OH)^2 + 8H^2O$, tandis que, si l'on ajoute à la liqueur quelques parcelles de monosaccharate, c'est ce dernier qui cristallise $C^{12}H^{22}O^{11}SrO + 5H^2O$.

Les principes scientifiques qui touchent aux propriétés des solutions sursaturées trouvent ici une très intéressante application. En comparant l'ancien procédé à la baryte et le procédé actuel à la strontiane, on reconnaît à ce dernier les avantages suivants :

1° Étant donné que $BaO = 153$ et $SrO = 103,5$, on voit que, pour séparer une même quantité de sucre, il faut moins de terre alcaline, puisque, des *trois* molécules de SrO employées primitivement, deux repassent à l'état d'hydrate cristallisé, propre à de nouvelles opérations.

2° Le carbonate de strontiane repasse à l'état de strontiane caustique par cuisson à + 800° dans les fours à chaux ordinaires, tandis que la baryte demande l'emploi du charbon et une température de + 1100°.

Cependant, on emploie généralement la chaux, qui n'a presque pas de valeur, dont on trouve le carbonate partout, tandis que la withérite ou la strontianite sont peu répandues.

Désucrage par la chaux. — On prépare le saccharate tricalcique en ajoutant à une solution de saccharate monocalcique, provenant de la mélasse en traitement, de petites quantités de chaux vive finement divisée. Il se produit à froid du saccharate tricalcique; la chaux n'entre pas en dissolution, elle attire le sucre de la liqueur et le fixe à l'état de

$$C^{12}H^{22}O^{11}3CaO.$$

Le saccharate tricalcique est grenu, facile à filtrer et à laver à froid (on se sert pour ces opérations de filtres-presses).

Au lieu de chauffer le saccharate et de le décomposer ensuite par carbonatation, un certain nombre d'usines s'en servent pour le chaulage des jus, qui sont en même temps enrichis. (Procédé Steffen.)

Le sucre isolé du saccharate tricalcique est d'une pureté qui n'est pas sensiblement inférieure à celle des sucres traités par la baryte et la strontiane.

Désucrage par le saccharo-carbonate de chaux. — MM. Boivin et Loiseau précipitent le sucre de la mélasse sous forme de saccharo-carbonate de chaux, insoluble dans l'eau de chaux. Ils traitent la mélasse par la chaux, en faisant passer un courant de gaz carbonique. Il faut éviter dans cette opération que la température dépasse + 25° C.

Le saccharo-carbonate de chaux est une masse pâteuse, qu'on lave à l'eau de chaux ou par exosmose : il se débarrasse de toutes ses impuretés. Sa composition serait :

Sucre.....	43 %
CaO.....	39
CO^2.....	18

Il est dédoublé par la chaleur et saturation en sucre et carbonate de chaux [1].

Edouard Urbain,
Chimiste industriel.

[1] Les clichés des figures 3, 3 *bis*, 6, 10, 12, 13, 14 et 20 ont été obligeamment mis à la disposition de la *Revue* par M. J. Fritsch, éditeur, 30, rue du Dragon, à Paris. Nous devons la figure 4 aux anciens établissements Cail et les figures 5, 11, 15, 16, 18, 19 et 21 à la *Sucrerie indigène et coloniale*.

II. — ÉVOLUTION RÉCENTE DE LA SUCRERIE

La sucrerie française, sollicitée par la crainte de la concurrence étrangère, encouragée par des lois sagement étudiées, a, pendant ces dix dernières années, accompli une évolution des plus intéressantes, réalisé de très grands progrès. Ces progrès n'ont peut-être pas profité toujours à ceux en faveur desquels ils avaient été conçus. Les fabricants ont vu diminuer le nombre de leurs usines, et ont fait de lourds sacrifices, de puissants efforts, sans qu'un bénéfice suffisant vînt les en récompenser; les cultivateurs ont peut-être gagné un peu au nouvel état de choses; mais les ouvriers de sucrerie travaillent moins nombreux qu'autrefois, travaillent pendant un temps plus court, et touchent un salaire moins élevé; le consommateur lui-même paie au même prix le sucre de son ménage. Seul, le Trésor a profité de la surproduction.

Si nous pouvons, à certains points de vue, regretter les conséquences de ces progrès, nous ne saurions regretter le principe qui a présidé à leur accomplissement. Il fallait que ces progrès fussent réalisés quand même par la culture et par la fabrication. Déjà les nations voisines avaient subi la révolution à laquelle la France sucrière se préparait; nous ne pouvions rester en arrière, sous peine de voir, malgré les droits de douane, le sucre, produit à meilleur compte à l'étranger, envahir nos marchés, et notre commerce d'exportation anéanti. La sucrerie de cannes elle-même, si longtemps abandonnée à sa routine, se préoccupait de modifier son outillage et sa fabrication.

L'évolution dont nous parlons plus haut est aujourd'hui accomplie. Elle a amené une surproduction considérable et que l'on ne pouvait pas prévoir. Nos marchés regorgent de sucre, et la valeur du sucre brut, en dix ou douze ans, a diminué de moitié. A partir d'aujourd'hui, la crise est ouverte, et il faut nous attendre à assister maintenant à des bouleversements dans l'industrie du sucre, qui seront les conséquences des progrès accomplis.

Nous ne voulons pas, dans cet article, présager de l'avenir et prévoir ces bouleversements; nous voulons faire simplement de l'histoire et voir comment les modifications apportées tant à la législation spéciale, tant à la culture de la betterave, qu'à la fabrication du sucre, ont été de nature à amener la sucrerie à la situation dans laquelle elle se trouve aujourd'hui.

I. Modifications dans la législation des sucres et leurs conséquences

En 1884, le 29 juillet, fut votée une loi dont le principe fixait l'impôt sur la betterave entrant dans la sucrerie, au lieu de le faire porter sur le sucre extrait; elle obligeait les fabricants à exiger des cultivateurs des betteraves riches, et à ne travailler qu'au moyen des appareils et des procédés les plus perfectionnés.

Cette loi du 29 juillet 1884 ne frappait pas d'une façon brutale la sucrerie : établissant un impôt progressif, elle laissait le temps à la sucrerie nouvelle de s'organiser. L'organisation fut si rapide que l'État se crut autorisé à modifier, trois ans plus tard, par la loi du 4 juillet 1887, les dispositions édictées par la loi de 1884.

La loi du 29 juillet 1884 fixe à 50 francs le droit à percevoir sur 100 kilog. de sucre, et autorise les fabriques à s'abonner, moyennant une prise en charge, qui est, par 100 kilog. de betteraves mises en œuvre, de 6 kilog. quand la fabrique emploie la diffusion, de 5 kilog. quand elle emploie les presses, l'excédent de rendement étant libéré d'impôt; elle alloue aux fabriques non abonnées un déchet de 8 % sur le montant total de leur fabrication. Mais cette disposition ne doit durer que trois ans, et à partir du 1er septembre 1887 toutes les fabriques devront être abonnées.

La prise en charge, à partir de cette époque, doit être relevée progressivement d'année en année et portée, de 6 k. 250 pour la campagne 1887-88, à 7 kilog. pour la campagne 1890-91. Mais, comme nous le disions plus haut, le rendement était tel déjà que l'État intervint. La loi du 27 mai 1887 impose les excédents de 10 francs par 100 kilog.; celle du 4 juillet 1887 porte le rendement légal à 7 kilog. pour 1887-88, à 7 k. 250 pour 1888-89, à 7 k. 500 pour 1889-90, à 7 k. 750, où il est encore aujourd'hui, pour 1890-91. De plus, les droits sur les sucres sont portés à 60 francs. La loi du 24 juillet 1888 relève de 10 à 20 francs, celle du 5 août 1890 relève de 20 à 30 francs la taxe des sucres considérés comme excédents de rendement.

L'impôt a donc été progressif; il s'est élevé au fur et à mesure que les perfectionnements s'accomplissaient, et ne s'est arrêté que le jour où l'on a senti qu'ils étaient suffisants. C'est donc sous ce régime, qui consiste à prendre en charge les betteraves entrant à l'usine, comme si le fabricant devait en retirer 7,75 % de sucre (imposable à 60 fr. les 100 kilog.) et à ne faire payer que 30 francs par 100 kilog. de sucre excédant, que la sucrerie se trouvait placée en 1890. De plus, une disposition de la loi du 4 juillet 1887 déchargeait d'impôt, à raison de 14 % de leur poids, les mélasses sortant des fabriques et destinées à être expédiées en distillerie ou à l'étranger (Art. 6).

Ce régime est encore celui sous lequel la sucrerie fonctionne aujourd'hui. Mais la loi du 29 juin 1892 autorise les fabricants qui, au 1er novembre, craignent de ne pas atteindre pour la moyenne de leur campagne le rendement légal, à renoncer aux dispositions ci-dessus et à payer l'impôt sur le sucre produit; elle leur alloue sur toute leur fabrication un déchet de 15 °/₀ imposable, comme les excédents, à 30 francs les 100 kilog. Le calcul démontre que, si le fabricant prévoit obtenir, comme moyenne, un rendement inférieur à 9,12, il a avantage à demander ce régime, mais qu'il a au contraire avantage à prendre l'abonnement quand il prévoit un rendement supérieur. — De plus, cette même loi porte à 45 francs la taxe des excédents obtenus au-dessus de 10,5 °/₀ tout en maintenant à 30 francs ceux obtenus de 7,75 °/₀ jusqu'à ce chiffre.

C'est à cette législation spéciale qu'il faut attribuer surtout l'augmentation de rendement que les fabricants ont obtenu. Leurs betteraves étaient plus riches, les procédés de travail plus parfaits; mais, si ces conditions se trouvaient réalisées, c'est que les fabricants, soucieux de profiter des avantages que la loi leur offrait, faisaient tous les sacrifices pour les remplir. Le tableau I donne, en même temps que la production du sucre (compté en raffiné, y compris le sucre des mélasses), les rendements obtenus dans les dernières campagnes :

Tableau I

ANNÉES	Sucre produit (en raffiné)	Rendement 0/0 des betteraves
1881-82	335.600 tonnes	6.10
1882-83	362.700	5.03
1883-84	406.000	5.55
1884-85	273.000	5.99
1885-86	265.000	7.83
1886-87	431.000	8.86
1887-88	444.700	9.62
1888-89	412.500	9.77
1889-90	699.300	10.47
1890-91	615.200	9.46
1891-92	577.800	10.26
1892-93	523.400	9.56
1893-94	514.800	9.80
1894-95 (estimation)	800.000	»

Cette législation permettait également aux fabricants de bénéficier des excédents de fabrication et de diminuer d'autant le prix de revient de leur sucre fabriqué.

Nous avons dressé le tableau II. qui indique la quantité de sucre en excès du rendement légal, obtenu depuis 1884-85, en même temps que le gain réalisé de ce fait par les fabricants, en établissant les calculs sur les bases des différentes lois auxquelles il a été fait allusion plus haut :

Tableau II

ANNÉES	Sucre représentant l'excédent de fabrication en tonnes	Bénéfice réalisé par les fabricants sur les excédents en francs	Bénéfice rapporté à 100 kg. de sucre en francs
	t.	fr.	fr.
1884-85	22.700	11.350.000	4,16
1885-86	78.800	39.400.000	14,82
1886-87	152.100	76.050.000	17,57
1887-88	94.000	47.000 000	13,90
1888-89	106.400	42.560.000	10,31
1889-90	200.000	80.000.000	10,00
1890-91	111.200	33.360.000	5,42
1891-92	140.800	42.240.000	7,38
1892-93	99.000	29.700.000	5,67
1893-94	107.700	32.310.000	6,27

On comprend, en examinant surtout la dernière colonne de ce tableau, que l'État ait cru légitime, pour restreindre le sacrifice qu'il faisait, d'augmenter successivement la taxe des excédents, de la fixer à 10 francs en 1887-88, à 20 francs en 1888-89, à 30 francs en 1890-91, et en même temps d'augmenter le rendement légal, de 5 à 6 °/₀ qu'il était en 1884-85, à 7,75 °/₀ en 1890-91.

Le bénéfice de certains fabricants exportateurs, du fait des excédents est encore plus considérable : car les sucres vendus à l'exportation sont libérés d'impôt, et l'impôt de 60 francs par 100 kilog. est remboursé aux fabricants sur des sucres qui ont pu ne payer que 30 francs.

L'État a profité lui-même de cette surproduction qu'il avait déterminée ; le rendement des contributions indirectes sur les sucres a augmenté, en effet, de la façon suivante (tableau III) :

Tableau III

1887	92.600.000
1888	108.500.000
1889	109.100.000
1890	133.100.060
1891	153.900.000
1892	163.000.000

II. — Modifications dans la culture et leurs conséquences.

La substitution des betteraves riches aux betteraves pauvres a eu pour effet d'abaisser le rendement cultural par hectare dans la proportion de 35.000 à 25.000 kilog.; c'est chose connue, en effet, que le rendement des espèces riches est inférieur à celui des espèces pauvres. Mais la betterave a été payée à un prix plus élevé, comme l'indique le tableau ci-après (IV), en sorte que, si l'on calcule la somme d'argent payée à la culture par hectare, on voit que le cultivateur reçoit par hectare autant d'argent qu'autrefois. La nouvelle culture ne l'a pas entraîné à plus de frais ; l'élévation du prix des graines est insignifiant; il emploie plus de nitrate

et plus de superphosphate, mais moins de fumier. Ses labours ne sont pas plus profonds et ses binages ne sont pas plus fréquents; sa situation ne s'est donc pas à ce point de vue sensiblement modifiée :

Tableau IV

ANNÉES	Rendement à l'hectare	Prix des 1000 kg. de betteraves	Somme payée à la culture par hectare
1881-82.....	33.800 kg.	20,90 fr.	706 fr.
1882-83.....	34.900	21,00	733
1883-84.....	35.300	20,60	727
1884-85.....	31.300	19.10	598
1885-86.....	29.500	22,70	670
1886-87.....	31.900	24,00	765
1887-88.....	22.500	26,00	585
1888-89.....	24.500	27,50	674
1889-90.....	32.300	31,00	1001
1890-91.....	29.300	24,80	727
1891-92.....	25.200	26.30	663
1892-93.....	25.600	27,00	691

Le cultivateur a réalisé cependant un certain bénéfice au détriment du fabricant, en payant les pulpes moins cher que par le passé. Au moment où la diffusion s'est établie en France, le cultivateur n'a accepté qu'avec une grande défiance les pulpes fournies par ce procédé, qui sont beaucoup plus aqueuses que les pulpes de presses. Il en est résulté une dépréciation, dont la culture ressent les heureux effets. Si l'on calcule, comme nous l'avons fait dans le tableau ci-dessus (V), le prix de la pulpe fournie par un hectare, on voit que ce prix a diminué de moitié, tandis que le rendement en betteraves à l'hectare n'a diminué que de 30 °/₀.

Le cultivateur a donc profité un peu de la situation nouvelle, mais les bénéfices qu'il a obtenus ne sont rien en comparaison de ceux du fabricant.

L'économie de main-d'œuvre et de frais de fabrication que le sucrier réalise du fait de l'adoption de la betterave riche, se trouve accentuée encore par l'économie réalisée sur le prix d'achat. Il est facile, en effet, de se rendre compte par le tableau ci-dessous (VI) que 100ᵏ de sucre extrait sont payés à la betterave moins cher aujourd'hui qu'autrefois :

Tableau VI

ANNÉES	Prix de 1000 kg. de betteraves déduction faite du prix des pulpes	Somme payée à la betterave déduction faite de la pulpe, rapportée à 100 kg. de sucre extrait
1881-82.....	18.02 fr.	29.50 fr.
1882-83.....	18.49	36.75
1883-84.....	18.33	32.85
1884-85.....	16.81	28.00
1885-86.....	20.17	25.75
1886-87.....	21.21	23.95
1887-88.....	24.05	25.00
1888-89.....	25.40	26.00
1889-90.....	29.00	27.70
1890-91.....	23.02	24.10
1891-92.....	23.44	23.80
1892-93.....	24.08	26.10

Le graphique ci-contre (fig. 1) montre la diminution du prix que le fabricant a eu à payer à la betterave par 100ᵏ de sucre extrait; il montre en même temps comment le prix des 1000ᵏ de betteraves s'est rapproché insensiblement du prix des 100ᵏ de sucre, au fur et à mesure que le rendement s'est élevé à 10 °/₀.

Tableau V

ANNÉES	Rendement en pulpe de 100 kg. de betteraves	Prix de 1000 kg. de pulpe	Prix de la pulpe de 1000 kg. de betteraves	Prix de la pulpe fournie par un hectare	Somme payée à la culture par h. déduction faite des pulpes
1881-82.....	24,1	10,16 fr.	2,85 fr.	96 fr.	610 fr.
1882-38.....	25,2	9,91	2,50	87	646
1883-84.....	24,2	9,55	2,31	82	645
1884-85.....	26,5	8,61	2,27	71	527
1885-86.....	29,6	8,65	2,56	76	594
1886-87.....	35,7	7,73	2,76	88	677
1887-88.....	34,8	6,36	2,21	50	535
1888-89.....	35,7	6,02	2,15	53	621
1889-90.....	36,6	5,13	1,98	64	937
1890-91.....	38,1	4,84	1,74	51	676
1891-92.....	39,4	4,81	1,89	48	611
1892-93.....	40,1	4,96	1,99	51	641

III. — Modifications dans la fabrication et leurs conséquences.

Contrôle chimique. — De tous les progrès réalisés en sucrerie, le plus nécessaire est sans contredit, comme l'a fait dernièrement remarquer M. Horsin-Déon dans une communication faite à la Société Chimique, l'établissement du contrôle chimique. Ce contrôle a pris d'autant plus d'importance dans ces dernières années que la fabrication est

devenue plus exigeante; elle ne doit laisser, en effet, dans les pulpes, dans les écumes, dans les mélasses que les quantités de sucre reconnues comme minima par la pratique industrielle; elle doit pousser aussi loin que possible l'épuration des jus, éviter d'entraîner du sucre à l'évaporation et à la cuite, chercher à obtenir en premier jet le plus de sucre possible; elle ne doit faire usage que de bonnes eaux, de bon calcaire et de bon charbon. Nous possédons aujourd'hui dans les sucreries des chimistes d'une compétence absolue, qui suivent, nuit et jour, au laboratoire, la fabrication, afin qu'elle ne s'écarte jamais des conditions qui lui permettent d'obtenir de hauts rendements, et qui, en outre, analysent constamment les matières premières, eaux, charbons et calcaires employés dans le travail.

Les chimistes de sucrerie ne sont plus de simples manœuvres; il leur faut une instruction générale et une instruction technique très développées afin de résoudre les différents problèmes qui se posent tant au cours de la fabrication qu'en dehors d'elle, au moment où ils sont appelés à surveiller les cultures, donner des conseils sur la nature des sols, l'emploi des engrais, etc.

Ils ont le mérite de s'être faits seuls; car nous ne possédons que depuis deux ans l'Ecole Nationale des industries agricoles de Douai, où l'on étudie la sucrerie d'une façon complète. A l'Ecole Centrale, à l'Institut National Agronomique, à l'Ecole de Physique et de Chimie, les cours de sucrerie ne sont pas assez étendus pour qu'un élève puisse rendre immédiatement, au sortir de ces écoles, ces nombreux services qu'on doit lui demander en sucrerie. L'enseignement de la sucrerie est donc, en France, insuffisant, surtout si on le compare à ce qu'il est en Allemagne et dans d'autres pays producteurs. Espérons que la création de l'Ecole de Douai sera suivie de la création d'autres écoles spéciales, et que les fabricants ne seront plus désormais obligés de faire faire aux chimistes leur instruction technique avant d'obtenir les conseils qu'ils en attendent. — Il existe une association des chimistes de sucrerie, qui, par les communications et les travaux de ses membres, contribue largement à l'instruction générale; et c'est dans son bulletin comme au cours de ses séances que beaucoup de chimistes de sucrerie sont venus parfaire leur instruction.

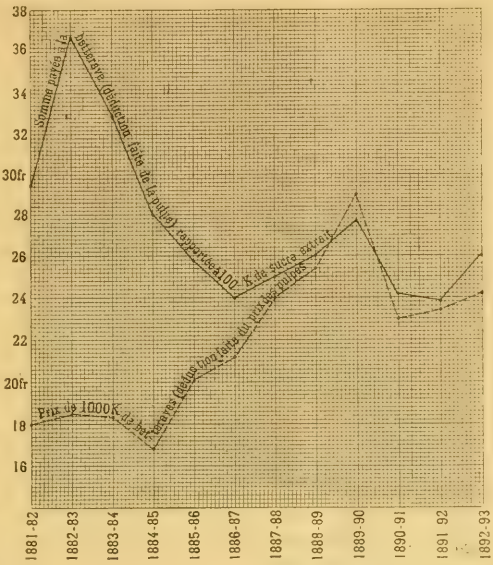


Fig. 1. — *Prix d'achat de la betterave en fonction du sucre.*

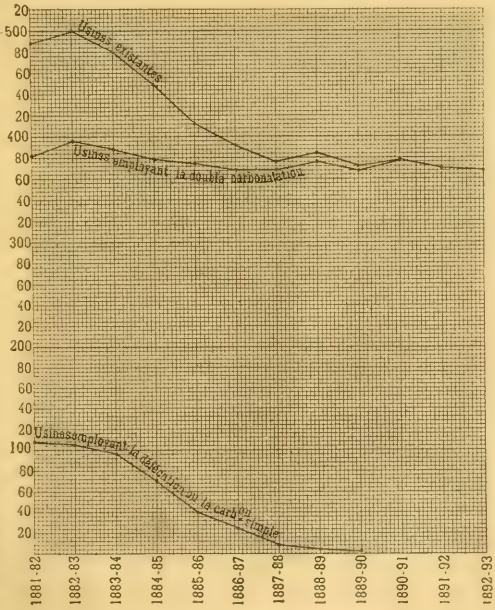


Fig. 2 — *Epuration du jus.*

Diffusion. — Mais le chimiste, malgré son activité

et son habileté, ne parviendrait pas à obtenir ces hauts rendements si les appareils qu'il est chargé de contrôler étaient défectueux. Ces appareils se sont aujourd'hui beaucoup perfectionnés, et, pour réaliser les progrès dont nous allons parler, il a fallu en grande partie renouveler le matériel.

Le changement le plus radical auquel le matériel de la sucrerie a été soumis a consisté dans la substitution des appareils de diffusion aux anciens appareils de râpage et de pressurage, — ce qui a permis d'obtenir une extraction de jus plus complète et plus rapide, et de diminuer la main-d'œuvre dans des proportions considérables. Aujourd'hui toutes les sucreries possèdent ces appareils; les seules usines qui aient conservé des presses continues sont les sucreries-distilleries, parce qu'elles sont soumises à une législation spéciale. Nous donnons ci-contre (fig. 3) un graphique qui indique avec quelle rapidité s'est faite, de 1881 à 1892, la substitution de la diffusion à l'ancien procédé des presses, aussi bien dans les usines que dans les postes nommés improprement râperies.

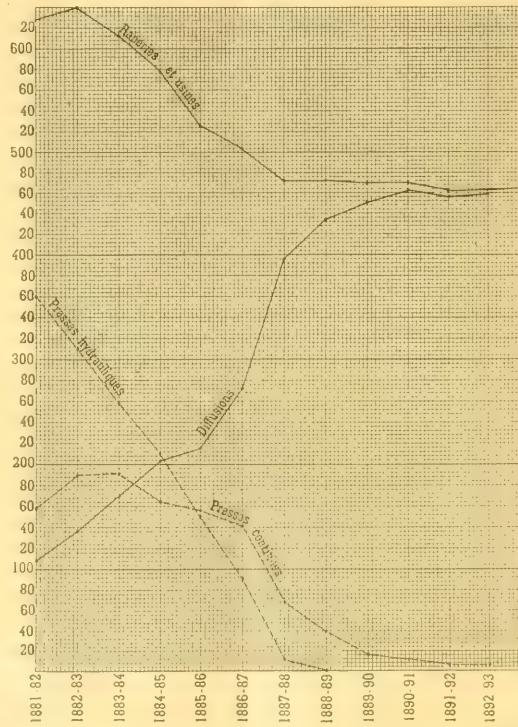


Fig. 3. — *Extraction du jus. Usines et râperies employant les presses hydrauliques, les presses continues et la diffusion.*

Épuration des jus. — Dans toutes les usines, le procédé de la double carbonatation a été substitué au procédé de la défécation et à celui de la carbonatation simple. Le graphique de la figure 2 montre de quelle façon l'un et l'autre de ces deux derniers procédés ont disparu de 1881 à 1888. Il montre également que le nombre des fabriques a passé de 497 (1882-83) à 368 (1891-92) : la sucrerie s'est centralisée et tend à s'exercer aujourd'hui dans un nombre restreint d'usines; mais on ne peut s'empêcher d'être frappé de la coïncidence qui existe entre la courbe qui représente les usines existantes et celle qui nous montre les usines employant les anciens procédés de purification, en même temps que de l'horizontalité de la courbe des usines employant la double carbonatation, et l'on est amené à penser que ce sont les premières, celles dont tout l'outillage imparfait était en rapport avec les procédés d'épuration suivis, qui ont été sacrifiées dans la lutte de centralisation et ont disparu. Leur outillage, et vraisemblablement leurs capitaux ne leur ont pas permis de résister.

L'épuration physique et chimique des jus a fait l'objet des études les plus attentives. Le chaulage des jus, leur carbonatation, la surveillance des températures pendant les carbonatations, l'examen du gaz acide carbonique, le dosage de l'alcalinité que l'on doit laisser dans les jus après la 1re et la 2e carbonatation, le passage immédiat des jus aux filtres-presses, sans décantation préalable, ont permis de pousser très loin la purification. La substitution aux anciens filtres-presses, dont les dimensions étaient restreintes, de grands filtres-presses à nombreux et larges plateaux, a diminué la main-d'œuvre : l'adoption des lavages rationnels, des purgeages à l'air comprimé, a donné des écumes mieux épuisées.

D'autres progrès ont été réalisés, tels que la séparation de la pulpe folle des jus verts, au moyen de tamis, tels que la séparation de l'albumine coagulée par la chaleur, avant chaulage, tels que l'emploi de la chaux vive ou de la chaux en poudre, pour remplacer l'emploi du lait de chaux et éviter d'étendre d'eau le jus qu'il faut évaporer; mais ces modifications du travail n'ont pas été suivies d'une

façon assez générale pour qu'elles aient influé sur les rendements et les prix de revient.

Il n'en est pas de même de la sulfitation des jus et des sirops, qui s'est faite dans un grand nombre d'usines et qui a permis d'améliorer le travail dans une certaine proportion.

Une mesure radicale a été prise par nos fabricants : celle de substituer la filtration à travers des tissus de coton à la filtration à travers le noir animal ; la sucrerie comptait en 1884-85 environ 3.000 filtres à noir ; à cette époque sont apparus les filtres à tissus, filtres à poches, ou filtres mécaniques, et l'économie de matière première, d'appareils, de main-d'œuvre et de charbon nécessaire à la revivification, que les fabriques ont réalisée du fait de cette innovation, a été jugée considérable ; car les fabricants n'ont pas cru devoir s'arrêter aux inconvénients que ces filtres présentaient au point de vue de la purification des jus, bien moins complète que par l'emploi des filtres à noir, et ils les ont adoptés d'une façon générale. Le nombre des filtres à noir n'était plus que de 409 en 1892-93, tandis que le nombre des filtres à tissus s'est élevé de 0, en 1884-85, à 1950 en 1892-93.

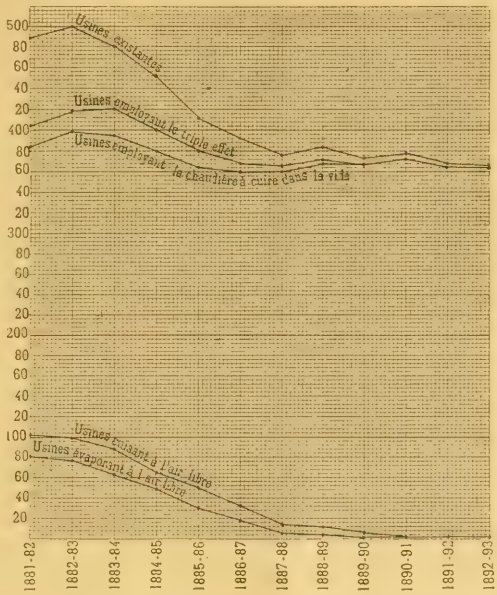


Fig. 4. — *Evaporation du jus et cuisson du sirop.*

Les filtres les plus communément employés sont les filtres dits mécaniques. Ceux-ci sont formés d'une série de poches en tissus de coton, maintenues sans cesse gonflées au moyen d'une carcasse métallique ; les poches sont placées dans une caisse autoclave et la filtration du jus ou du sirop s'y fait de l'extérieur à l'intérieur pour sortir ensuite de la caisse. Les filtres les plus répandus sont ceux de Kasalowski, de Daneck, de Philippe, etc.

Evaporation des jus et cuisson des sirops. — Les fabriques sont toutes pourvues aujourd'hui d'appareils à triple effet pour l'évaporation des jus dans le vide, toutes pourvues également de chaudières à cuire dans le vide. Là encore, comme l'indique le graphique ci-dessus (fig. 4), les usines évaporant et cuisant à l'air libre ont dû disparaître au fur et à mesure que la fabrication tendait à se centraliser.

Dans une dizaine de fabriques, on a employé, pour l'évaporation des jus, des appareils à quadruple effet et à chauffage multiple ; ces appareils, imaginés par M. Rillieux et construits par M. Horsin-Déon, permettent, grâce à leurs dispositions et à la disposition des réchauffeurs de jus et de sirops qu'ils alimentent, de réaliser une économie de combustible qui peut s'élever à 30 %.

Dans ces appareils, en effet, la première caisse est alimentée par de la vapeur directe et le jus, qui bout à 105°, fournit de la vapeur non seulement à la deuxième caisse, mais aussi à des réchauffeurs dans lesquels circulent continûment des jus qui doivent subir le travail de la carbonatation ou de l'évaporation, ou des sirops qui doivent entrer dans la chaudière à cuire ; on prend aussi sur la seconde caisse de la vapeur pour chauffer les jus de première carbonatation, pour alimenter les calorisateurs de la batterie de diffusion ; ensorte que la vapeur entrant dans la première caisse travaille en quadruple effet dans l'appareil d'évaporation, et en double effet dans les réchauffeurs et détermine, par conséquent, une économie considérable de combustible. — M. Horsin-Déon construit également des quintuple et sextuple effets à chauffages multiples dont le fonctionnement est encore plus avantageux.

En dehors de l'emploi de ces appareils, on a pu réaliser, avec les anciens appareils à triple effet, de sérieuses économies de vapeur, et de combustible par conséquent, en faisant précéder la première caisse d'une chaudière, dite circulateur, qui reçoit la vapeur directe, et dans laquelle passe le jus qui se rend à cette première caisse ; la vapeur du jus qui bout dans le circulateur alimente des réchauffeurs. En faisant *ruisseler* le liquide le long des parois des tubes de la chambre de chauffe,

en plaçant dans ces tubes mêmes des tiges de bois, de façon à diminuer le volume occupé par le liquide, en remplissant les tubes incomplètement, on est parvenu à mieux utiliser la surface de chauffe, et à rendre, au moyen d'une même quantité de vapeur, l'évaporation plus active.

Des dispositifs spéciaux, dits ralentisseurs, désucreurs, ont été interposés dans le triple effet et dans la chaudière à cuire sur le trajet des vapeurs, de façon à récolter avec plus de soin que jamais les gouttelettes sucrées que l'évaporation entraîne.

Cristallisation, turbinage, travail des 2e et 3e jets. — Les fabricants s'attachent aujourd'hui à obtenir en 1er jet le plus de sucre possible, de façon à immobiliser moins de sirop d'égout, et à rentrer plus vite dans l'argent qu'ils ont payé à la culture.

Plusieurs, dans ces dernières années, ont fait rentrer les sirops d'égout soit dans la carbonatation, soit dans la cuite, en commençant par les plus purs, ceux qui proviennent du clairçage à la vapeur, et continuant par ceux qui proviennent du purgeage. Ces sirops, comme l'a montré M. Steffen, nourrissent les cristaux de sucre et s'appauvrissent. Ce procédé, dit de la *cuite méthodique*, permet de diminuer l'importance des bas produits et de nourrir les petits cristaux, qui, sans cette précaution, traverseraient les toiles de la turbine et seraient perdus pour les premiers jets.

Certains fabricants ont adopté le système de cristallisation en mouvement et de refroidissement lent, qui consiste à loger la masse cuite chaude dans des bacs cylindriques, munis d'une double enveloppe et d'agitateurs puissants. On envoie dans la double enveloppe de l'eau froide, on met les agitateurs en mouvement, et on fait descendre lentement, en 24 ou 36 heures, la température de la masse à 30-35° C. ; ce procédé permet aux cristaux de sucre de s'accroître encore aux dépens du sucre contenu dans le sirop qui les baigne, et est encore de nature à permettre au fabricant de bénéficier immédiatement du sucre qu'il peut retirer en premier jet.

D'autres, dans le même but, ont muni les chaudières à cuire d'agitateurs et ont fait de la cuite en mouvement. Le travail est plus régulier et on évite la formation des petits cristaux.

Dans un grand nombre de fabriques, on a diminué d'une façon notable la main-d'œuvre nécessitée par le turbinage, en adaptant au-dessous des bacs de cristallisation un système de nochères et de distributeurs automatiques.

Le travail des 2es et des 3es jets n'a pas été sensiblement modifié, et l'on n'a pas adopté sérieusement le système de cristallisation en mouvement pour ces masses cuites. Le seul progrès que l'on ait cherché à réaliser dans ce travail, consiste à cuire en grains les seconds jets en amorçant la cristallisation dans la chaudière même au moyen de sucre déjà formé. Cette pratique est loin d'être générale, et l'on se contente de les cuire en cuite claire dans des appareils à vide, qui ont remplacé presque partout les anciennes bassines à air libre.

Quant à l'extraction du sucre des mélasses, elle est limitée à deux ou trois usines. Les autres préfèrent profiter de la loi du 4 juillet 1887 dont nous avons parlé et vendre leurs mélasses à la distillerie.

Outillage général. — L'outillage général de la sucrerie est meilleur qu'autrefois ; les générateurs semi-tubulaires et tubulaires ont remplacé les générateurs à bouilleurs. Les machines utilisent mieux la vapeur et ont un rendement supérieur. Les pompes à eaux, à écumes, sont plus perfectionnées ; les monte-écumes, qui employaient beaucoup de vapeur, ont fait place à des pompes.

Le four à chaux s'est perfectionné ; la préparation du lait de chaux se fait, en général, au moyen de malaxeurs mécaniques qui suppriment une partie de la main-d'œuvre.

Les modifications que nous venons de résumer ont eu pour conséquence de rendre la fabrication plus économique et d'abaisser d'une façon considérable le prix de revient.

Tout d'abord, comme nous l'avons dit, le travail a été plus soigné, les pertes ont été évitées dans tous les postes ; le contrôle chimique s'est exercé partout ; et, dans ces conditions, la fabrication a pu réaliser de fortes économies.

Elle en a réalisé encore en substituant la filtration sur les toiles à la filtration sur le noir, en poussant plus loin la purification par carbonatation et sulfitation, en rendant plus rapide l'évaporation, en faisant rentrer les égouts dans le travail de premier jet, en améliorant l'outillage général.

Elle en a réalisé enfin en centralisant la fabrication. La diffusion permettait de travailler une plus grande quantité de betteraves en 24 heures ; les appareils d'évaporation étaient plus puissants ; aussi a-t-on vu le nombre des fabriques, malgré l'élévation de la quantité de sucre produit, diminuer en dix ans de 28 %, en même temps que diminuait le nombre des journées de travail ; commencée vers le 20-25 septembre, la fabrication est terminée aujourd'hui entre le 15 décembre et le 1er janvier. Il n'en fallait pas davantage pour diminuer les frais généraux et abaisser le prix de revient.

L'estimation de cet abaissement du prix de revient, imputable aux modifications citées plus

haut, est impossible à établir; elle échappe au calcul, mais ceux qui connaissent l'industrie verront immédiatement que l'abaissement est considérable.

Nous pourrons plus facilement, et grâce aux chiffres fournis chaque année par l'Administration des Finances, calculer la part qui, dans cet abaissement du prix de revient, est imputable à la diminution de main-d'œuvre, et à l'économie réalisée sur le combustible.

Si l'on calcule la somme d'argent payée aux hommes, femmes et enfants, par campagne, on voit que cette somme s'est abaissée progressivement de 22 millions à 13 millions de francs. Cet abaissement résulte de ce que les ouvriers, les femmes et les enfants surtout ont été de moins en moins occupés à la sucrerie, qu'en 1881-82, 49 mille hommes, 8.500 femmes, 8.000 enfants travaillaient pendant la période de défécation, et que, pendant la même période de 1892-93, la sucrerie ne demandait plus que le concours de 42.500 hommes, 3.800 femmes, 3.000 enfants. Cet abaissement résulte encore de ce que chacun d'eux a travaillé moins longtemps et résulte enfin de ce que le salaire moyen des ouvriers a subi une diminution regrettable. La somme payée à la main-d'œuvre, rapportée aux 100 kilog. de sucre extrait, s'est abaissée alors de 6 fr. 50 à 2 fr. 60, comme l'indique la dernière colonne du tableau VII.

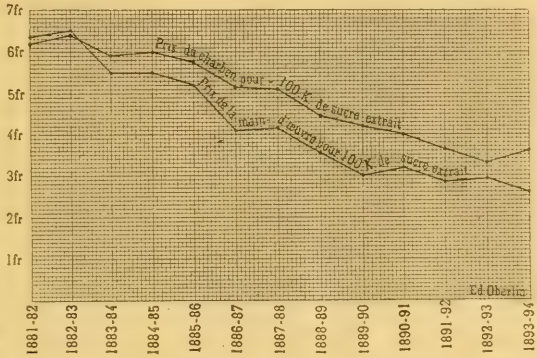


Fig. 5. — *Prix du charbon et de la main-d'œuvre en fonction du sucre extrait.*

Nous pouvons calculer également la diminution du prix de revient du fait des économies de charbon que les appareils mieux compris ont permis de réaliser (voir tableau VIII, page 232 et fig. 5).

IV. — État actuel du commerce des sucres.

Importations, exportations, consommation. — L'abaissement du prix de revient, qui résulte des faits exposés plus haut (bénéfices sur les excédents, diminution du prix des 100 kilos de sucre extraits payé à la betterave, diminution de la main-d'œuvre et de la quantité de charbon brûlé, fabrication plus économique et plus soignée, etc.), a eu pour résultat un abaissement presque proportionnel du cours du sucre.

La consommation n'en a guère profité : car elle a vu la taxe augmenter au fur et à mesure que la production lui offrait du sucre à meilleur marché. Cette taxe, qui était de 40 francs en 1881, a été élevée à 50 francs par la loi du 29 juillet 1884, et à 60 francs par celle du 27 mai 1887; en sorte que le prix du sucre, chargé de son impôt, est resté sensiblement constant.

On a reproché aux raffineurs d'avoir maintenu le cours du sucre raffiné à un prix trop élevé, en augmentant d'une façon exagérée leurs bénéfices;

Tableau VII

Années	Nombre de journées de travail			Salaire journalier			Somme payée aux ouvriers des deux sexes	Main-d'œuvre par 100 kg. de sucre ext.
	hommes	femmes	enfants	hommes	femmes	enfants		
1881-82	4.975.000	707.000	658.000	3,97 fr.	2,00 fr.	1,76 fr.	21.300.000 fr.	6,34 fr.
1882-83	5.521.000	807.000	735.000	3,91	2,00	1,78	23.689.000	6,53
1883-84	5.226.000	745.000	671.000	4,05	2,01	1,78	22.346.000	5,50
1884-85	3.592.000	436.000	400 000	3,90	1,92	1,73	15.117.000	5,53
1885-86	3.335.000	356.000	334.000	3,72	1,89	1,67	13.884.000	5,23
1886-87	4.280.000	440.000	383.000	3,68	1,92	1,68	17.712.000	4,08
1887-88	3.527.000	298.000	255.000	3,70	1,86	1,67	14.378.000	4,17
1888-89	3.604.000	320.000	258.000	3,69	1,92	1,71	14.719.000	3,57
1889-90	4.988.000	464.000	375.000	3,65	1,77	1,47	20.444.000	2,92
1890-91	4.812.000	413.000	329.000	3,66	1,76	1,48	19.596.000	3,18
1891-92	4.110.000	320.000	248.000	3,72	1,81	1,58	16.624.000	2,87
1892-93	3.849.000	297.000	231.000	3,66	1,76	1,52	15.559.000	2,07
1893-94	3.500.000	274.000	214.000	»	»	»	13.443.000	2,61

ce reproche est peut-être fondé en face des cours des deux dernières années ; mais c'est bien plutôt à l'augmentation de l'impôt que l'on doit d'avoir vu le cours du raffiné se maintenir. La différence qui existe entre les chiffres de la première et ceux de la deuxième colonne du tableau IX représente le prélèvement du raffineur.

Cet abaissement progressif du prix du sucre a été encore plus accentué en 1895; le cours est aujourd'hui de 25 francs les 100 kilos, et l'on est

Tableau VIII

ANNÉES	Charbon employé par 100 kg. de sucre extrait	Charbon (à 22 fr. la tonne) employé par 100 kg. de sucre extrait
1881-82	283 kgs.	6,22 fr.
1882-83	293	6,44
1883-84	270	5,94
1884-85	274	6,02
1885-86	258	5,77
1886-87	234	5,15
1887-88	231	5,08
1888-89	204	4,48
1889-90	191	4,20
1890-91	185	4,07
1891-92	166	3,65
1892-93	151	3,30
1893-94	164	3,61

amené à se demander si les conditions du marché extérieur et intérieur sont capables d'amener bientôt une modification de prix. Malheureusement, quand on étudie les tableaux de notre commerce extérieur, ceux également qui sont relatifs à la consommation, on voit qu'il n'y a rien à espérer. L'importation, sous le coup de la surtaxe de 8 francs imposée par la loi de douane de 1889 aux sucres raffinés étrangers, a peut-être un peu baissé; mais l'exportation ne se développe pas, et la consommation reste la même: la quantité de sucre employé au sucrage des vins, des marcs et des cidres, et qui, d'après la loi du 27 mai 1887, ne paie que le droit réduit de 24 francs, tendrait à diminuer (tableau X); on n'aperçoit donc pas, dans les six dernières années, un mouvement capable de modifier l'état actuel, de diminuer le stock énorme de sucre que nous avons accumulé, et d'éviter la crise qui est ouverte aujourd'hui.

V. — Importance actuelle de la fabrication.

Les chapitres qui précèdent nous permettent d'être bref sur l'état actuel de la fabrication; ils nous ont montré les modifications apportées aux appareils et aux procédés par les fabricants sou-

Tableau IX

ANNÉES	Cours du sucre blanc N° 3	Cours du raffiné (impôt déduit)	Cours du raffiné
1881	68,39 fr.	73,12 fr.	113,12 fr.
1882	64,09	71,31	111,31
1883	59,00	65,62	105,62
1884	45,97	59,33	104,33
1885	45,58	54,64	104,64
1886	35,83	46,45	96,45
1887	35,17	43,55	98,55
1888	40,08	46,88	106,88
1889	45,94	55,43	115,43
1890	35,25	46,18	106,18
1891	36,89	47,07	107,05
1892	38,64	45,16	105,16
1893	42,63	53,78	113,78
1894	32,46	45,11	105,11

cieux de diminuer le prix de revient; nous avons vu qu'aujourd'hui la fabrication, pour obtenir 100 kilos de sucre, paie à la culture environ 23 francs (déduction faite des pulpes), paie à la main-d'œuvre 2 fr. 60, paie au charbon la somme de 3 fr. 60; nous avons vu comment les fabricants ont su profiter du bénéfice des excédents, comment ceux-ci leur ont permis de toucher par sac de sucre environ 6 francs quand ils n'exportent pas, 12 francs quand ils livrent le sucre à l'étranger.

Tableau X

ANNÉES	IMPORTATIONS		EXPORTATIONS		CONSOMMATION	
	Sucre des colonies (tonnes)	Sucre étranger (tonnes)	Sucre brut (tonnes)	Sucre raffiné (tonnes)	Sucre consommé (en raffiné) (tonnes)	Sucre destiné au sucrage des vins et des cidres (tonnes)
1888	120.200	89.300	43.800	106.500	389.000	39.000
1889	107.200	51.400	127.700	134.000	372.000	20.600
1890	111.700	31.300	194.700	143.409	410.000	33.400
1891	106.600	59.500	158.509	111.300	409.700	34.200
1892	106.690	65.400	95.300	117.300	425.800	28.900
1893	110.200	33.600	153.200	103.700	380.000	16.600

Il nous reste, pour terminer cet article, à examiner de quelle façon se trouve répartie en France la fabrication, et quelle importance elle possède par rapport à la fabrication du sucre dans le monde entier.

La fabrication du sucre est, en France, localisée

dans vingt-deux départements. C'est dans la région du Nord, surtout dans le Nord, l'Aisne, le Pas-de-Calais, la Somme, etc., que l'on produit la majeure partie du sucre. Le climat y convient spécialement bien à la culture de la betterave. Depuis quelques années, des essais fort heureux ont été faits dans le Centre et dans le Midi, et tout porte à croire que la région du Nord ne conservera pas toujours le monopole exclusif de la fabrication.

Fig. 6. — *Carte indiquant les départements producteurs de sucre. — L'intensité des teintes est proportionnelle à la quantité de sucre fabriqué.* [1]

1re *teinte*	2e *teinte*	3e *teinte*	4e *teinte*	5e *teinte*	6e *teinte*
Seine-Inférieure Aube Haute-Marne Yonne Côte-d'Or Cher Indre Saône-et-Loire	Eure Loiret Vaucluse	Ardennes Marne Seine-et-Oise Eure-et-Loir Puy-de-Dôme	Oise Seine-et-Marne	Somme Pas-de-Calais	Nord Aisne

Le tableau XI indique les chiffres auxquels s'est élevée la production de 1893-1894.

La France, tant par sa sucrerie indigène que par sa sucrerie coloniale, donne environ 7 % du

[1] Cette carte a été faite sur le canevas d'une carte muette, mise obligeamment à la disposition de la *Revue* par la maison Ch. Delagrave.

sucre produit dans le monde entier. On estime, en effet, que la betterave et la canne ont, en 1893-1894, livré à la consommation la quantité énorme de 7.346.000 tonnes.

La figure 7 représente la production du sucre en France et dans nos colonies comparée à la production totale dans les cinq parties du monde.

Tableau XI

Nord	131.200 tonnes
Aisne	103.400
Somme	85.000
Pas-de-Calais	68.000
Oise	41.700
Seine-et-Marne	28.200
Seine-et-Oise	11.200
Ardennes	8.000
Marne, Eure-et-Loir, Puy-de-Dôme, environ	5.000
Eure, Loiret, Vaucluse, environ	3.000
Seine-Inférieure, Aube, Haute-Marne, Yonne, Côte-d'Or, Cher, Indre, Saône-et-Loire, environ	1.000

La France a perdu malheureusement en Europe le premier rang qu'elle occupait autrefois. Elle est devancée par l'Allemagne, par l'Autriche-Hongrie et par la Russie, et ne fabrique que 15 °/₀ du sucre produit en Europe.

duites sous l'influence de la loi de 1884 ont eu pour effet de déterminer une crise qui est loin d'être encore résolue, et nous serions disposé à examiner la situation à l'étranger, comme nous le conseille le programme qui préside à la rédaction de ces revues des grandes industries, si nous pouvions trouver dans cette situation un remède à la nôtre.

Mais il n'en est rien. La surproduction que

Tableau XII

Amérique (Guadeloupe, Martinique, Marie-Galante, etc.	77.000 t.
Asie (Cochinchine	30.000
Afrique (Réunion, Nossi-Bé, Mayotte)	37.000
Total.	144.000 t.

nous avons constatée en France, nous pouvons la constater dans toute l'Europe. De tout côté, on a réalisé les mêmes progrès, diminué de la même façon la main-d'œuvre, et augmenté le stock. Grâce aux relations qui existent entre les savants et les fabricants du monde entier, tous les pays producteurs possèdent les mêmes appareils, font usage des mêmes procédés; grâce au jeu des droits de douanes et des primes à l'exportation, les cours du

Fig. 7. — *Tableau représentatif de la production française, indigène et coloniale et de la production étrangère.*

Aux colonies, notre sucrerie est assez prospère : mais sa prospérité est loin d'atteindre celle des colonies anglaises et espagnoles. Le tableau XII indique, d'ailleurs, les chiffres de production des colonies françaises pour l'année 1893-1894.

En se reportant aux chiffres qui indiquent la quantité de sucre importée des colonies françaises chaque année, on voit que la presque totalité du sucre fabriqué aux colonies est destinée à la métropole.

Nous venons de voir que les améliorations pro-

sucre se sont équilibrés; le monde entier possède le même sucre, fabriqué de même, vendu au même prix ; la crise est donc générale, et il est probable que chacune des nations productrices de sucre, après en avoir longtemps souffert, la résoudra de la même façon en diminuant ses emblavements et en sacrifiant une partie de ses fabriques.

L. Lindet,

Docteur ès Sciences,
Professeur de Technologie
à l'Institut National Agronomique

III. — REMARQUES SUR L'INDUSTRIE DU SUCRE

A cet exposé si complet de l'état actuel de la sucrerie en France, nous voudrions ajouter quelques remarques relatives au rôle de la science et aux conditions sociales du travail dans cette industrie. Voici les renseignements que nous avons recueillis à ce sujet :

I

Rôle de la science. — Bien que les articles précédents n'aient pu entrer dans tous les détails techniques de la fabrication, ils nous la montrent directement tributaire de la Mécanique, de la Physique et de la Chimie. Des ingénieurs sont nécessaires pour monter les machines, en régler la manœuvre, en diriger la marche, en perfectionner sans cesse l'agencement. Non moins indispensables sont les Chimistes pour effectuer, au cours de toutes les opérations, les nombreuses analyses sans lesquelles il serait impossible d'apprécier la qualité du travail. Jour et nuit, ils doivent suivre, pas à pas, toutes les phases de la fabrication, consignant leurs analyses sur un registre que consulte constamment, à titre de guide, le directeur de l'usine. Il est, par exemple, nécessaire d'être sans cesse renseigné sur la densité exacte des jus de diffusion, leur teneur en sucre, leur coefficient salin et leur coefficient organique. Il faut connaître, toutes les deux heures, la teneur en acide carbonique du gaz fourni par le four à chaux ; on doit se préoccuper de l'alcalinité des jus de première et deuxième carbonatation de chaque chaudière, et, par l'examen des analyses de masse cuite, s'assurer de l'épuration des sirops et des jus, etc., etc.

D'autre part, le chimiste a encore pour mission très importante de rendre possible le *contrôle chimique de la fabrication* dont a parlé M. Lindet. Le problème est le suivant : On a introduit sous forme de betteraves une certaine quantité de sucre dans l'usine ; à la fin de la fabrication, on doit retrouver cette quantité en additionnant : 1° le sucre obtenu à l'état cristallisé ; 2° le sucre immobilisé dans les mélasses ; 3° le sucre que l'on sait, par de nombreuses analyses, perdu dans les résidus de fabrication : cossettes épuisées, eaux de vidange des diffuseurs, écumes de carbonatation, eaux de lavage des filtres-presses. Si la fabrication s'est opérée dans de bonnes conditions et si le contrôle a été bien fait, la balance s'établit à peu de chose près. La différence qui existe toujours représente *les pertes indéterminées ou inconnues* ; dans un bon travail, ces pertes ne doivent pas dépasser 0,2 du poids de la betterave ; elles résultent des fuites de jus aux serpentins, des entraînements de sirops dans les appareils à cuire, de la destruction du sucre dans ces mêmes appareils.

Privé de contrôle, le fabricant ne sait comment il travaille, puisqu'il ignore la valeur industrielle de sa matière première, les pertes qu'il subit en cours de fabrication. Il se trouve ainsi dans l'impossibilité de remédier à un travail défectueux.

Or, disons-le, quoi qu'il nous en coûte : tandis que toute la sucrerie allemande est pourvue de ce contrôle et, pour l'exercer avec précision, entretient un personnel de chimistes versés dans la pratique de leur art, — la moitié au plus de nos sucreries françaises possèdent un laboratoire ; encore, dans cette quantité, un certain nombre emploient pour leur contrôle non pas un chimiste, mais des ouvriers à qui on a appris à se servir d'un polarimètre et à déterminer une densité.

La façon tout à fait défectueuse dont sont menées beaucoup de petites sucreries résulte, sans aucun doute, de la maigre estime où elles tiennent le travail scientifique et de leur parcimonie envers l'homme de science.

II

Situations faites aux Ingénieurs et aux Chimistes. — La plupart des sucreries sont la propriété de sociétés qui gèrent elles-mêmes leurs affaires financières, mais confient la direction de l'usine à un administrateur. Celui-ci peut être, en même temps, le chef technique de la fabrication ou attribuer cet emploi à un ingénieur, plus rarement à un chimiste, placé sous ses ordres. Suivant l'étendue de leurs fonctions et l'importance des manufactures, ces directeurs reçoivent des traitements très variables : dans les grandes sucreries, leurs appointements annuels atteignent quinze mille francs et, dans quelques cas, s'élèvent jusqu'à vingt-cinq mille. Dans les usines de moyenne importance, leur rétribution annuelle est souvent de six mille francs ; elle descend à trois mille six cents francs dans les petites sucreries.

Les chimistes qui ne sont pas chefs de fabrication, sont beaucoup moins rémunérés. Quand ils ne font que surveiller le travail, régler la marche de l'usine par leurs analyses et assurer la comptabilité du contrôle chimique, ce qui est d'extrême importance, ils sont, en général, peu payés. Il est, par exemple, très rare que le chimiste en chef gagne six mille francs par an ; les autres chimistes, attachés comme lui d'une façon continue à l'éta-

blissement, ne reçoivent guère que deux ou trois mille francs; mais, ainsi que leur chef, ils sont logés à l'usine et chauffés gratuitement. Les appointements des débutants logés toute l'année à l'usine ne sont que de dix-huit cents francs.

Indépendamment de ces employés attachés à demeure aux sucreries, les directeurs engagent chaque année, pour la durée de la campagne, c'est-à-dire de septembre à janvier, de jeunes chimistes rétribués au taux maximum de deux cents francs par mois. Il existe même beaucoup de sucreries qui, pourvues d'un directeur, n'entretiennent des chimistes que pendant la période de fabrication; certaines n'offrent pas plus de deux cents francs par mois au technicien qu'elles chargent de conduire toute la fabrication; elles rétribuent à un taux moins élevé ses aides, petits chimistes qui savent seulement faire les mesures polarimétriques et les analyses vulgaires du métier.

III

Mode de recrutement des Ingénieurs et des Chimistes. — Le personnel dirigeant des sucreries se recrute le plus souvent parmi des administrateurs, ingénieurs ou chimistes ayant déjà occupé, dans la même industrie ou des industries similaires, des positions moins élevées et y ayant donné des preuves de capacité. Beaucoup ont commencé par entrer dans les usines avec des petits traitements et, progressivement, se sont élevés aux situations importantes. Il est intéressant de considérer leurs origines.

On peut dire, d'une façon générale, que les grandes sucreries, celles qui consomment au moins deux cent mille kilos de betterave par jour, sont pourvues d'un excellent personnel scientifique. L'Ecole Centrale des Arts et Manufactures leur a fourni beaucoup d'administrateurs et d'ingénieurs et un certain nombre de chimistes. Plusieurs directeurs ou chefs de fabrication d'usines importantes sont ingénieurs civils des Mines, sortis ou non de l'Ecole Polytechnique, ou anciens élèves de nos Écoles d'Arts et Métiers. Ces Écoles ont, en outre, produit des ingénieurs occupant, dans diverses sucreries, des positions moyennes.

Parmi les très nombreux jeunes gens qui ont fait au Laboratoire Frémy, au Muséum, l'apprentissage de la Chimie, beaucoup sont actuellement placés dans les sucreries et certains y ont conquis de belles situations, soit comme chimistes, soit comme directeurs. Plus récemment l'École Nationale d'Agriculture de Grignon, l'Institut National Agronomique et quelques Stations Agronomiques ont aussi fourni au personnel dirigeant et spécialement chimique des sucreries de très utiles recrues.

D'autres chimistes, pourvus, pour la plupart, de situations moyennes ou médiocres, sont anciens élèves des écoles industrielles et des cours institués, dans les grandes villes, par les municipalités ou diverses sociétés d'enseignement professionnel; quelques étudiants des Facultés des Sciences ou plutôt préparateurs non bacheliers des laboratoires de chimie de ces Facultés, sont actuellement engagés dans l'industrie sucrière.

L'École des Industries Agricoles, fondée à Douai il y a deux ans, l'École Industrielle de Saint-Quentin préparent actuellement à la sucrerie un personnel de chimistes capables d'en diriger toutes les opérations.

De son côté, l'École de Physique et de Chimie de la Ville de Paris a, depuis quelques années, commencé de fournir à l'industrie sucrière des jeunes gens connaissant d'une façon suffisante les principes généraux de la Chimie et, d'une façon très précise, la technique de leur future profession d'analystes. On sait que ces jeunes gens, sortis, pour la plupart, des écoles primaires supérieures de Paris, entrent à l'École de Physique et de Chimie à la suite d'un examen largement équivalent, pour la partie scientifique, à l'examen du baccalauréat ès sciences. L'excellent enseignement qu'ils reçoivent et les travaux de laboratoire très soignés qu'ils font à l'École les préparent à devenir de bons chimistes industriels. Mais il convient de remarquer que peu sont munis de cette culture générale de l'esprit sans laquelle les notions spéciales apprises dans l'exercice d'un métier — chimique ou autre — fructifient si difficilement.

Pour le *perfectionnement* de la sucrerie, souhaitons que dans les écoles techniques qui la concernent on se préoccupe de donner aux élèves, indépendamment de la connaissance du métier, une instruction générale suffisante.

La façon dont beaucoup de petites sucreries recrutent leurs chimistes temporaires est pour elles une cause manifeste d'infériorité. Ne les engageant que pour quelques mois, elles risquent de ne trouver, quand vient l'époque de la fabrication, que des jeunes gens non pourvus d'une situation, ceux que la concurrence des capacités a déjà éliminés soit des usines, soit du personnel enseignant des écoles. La modicité des appointements qu'offrent les fabriques pour les quatre mois de la campagne sucrière ne leur permet pas, d'ailleurs, de s'adresser à de fins chimistes, d'une notoriété bien établie. Le recrutement s'en ressent.

Il est vrai que la répugnance des autres industries à bien rétribuer les gens de science diminue la concurrence que les sucreries pourraient rencontrer et laisse parfois dans l'attente d'une situation tolérable de jeunes savants ayant vraiment de

la valeur et ne trouvant pas, malgré cela, dans les manufactures un débouché acceptable.

Il est regrettable que nos lois ou nos mœurs universitaires ne permettent pas aux professeurs, maîtres de conférences et préparateurs de Chimie de la Faculté des Sciences de Lille de ne commencer leur enseignement qu'après la fin de la campagne sucrière (commencement de janvier). S'il en était ainsi, les sucreries pourraient, sans dépense exagérée, obtenir pendant la période de fabrication le concours constant de vrais savants. Sans doute, plusieurs jeunes maîtres éprouveraient, le jour de leur entrée à l'usine, un réel embarras; au début, tous auraient à apprendre la technique spéciale du métier. Mais, après un court apprentissage, ils ne tarderaient pas à devenir, de par la supériorité de leur savoir, des collaborateurs infiniment précieux, capables de tourner les difficultés imprévues qui se présentent si souvent au cours des opérations industrielles, et de *perfectionner* les procédés de fabrication. Il est, au contraire, presque chimérique d'attendre le progrès de petits employés à œillères, ne connaissant guère que les opérations courantes de la sucrerie, le dosage au polarimètre ou par les liqueurs titrées, et ne pouvant par conséquent faire œuvre que de manœuvres.

Si nos professeurs et préparateurs des Facultés étaient appelés plus souvent dans les fabriques, nul doute que, rentrés dans leurs laboratoires, ils s'efforceraient d'y résoudre, au moyen de toutes les ressources que l'État met à leur disposition, les problèmes rencontrés à l'usine. De leur côté, les industriels, ayant appris le chemin des laboratoires, sauraient à qui aller soumettre, avec chance de succès, les desiderata de leur métier.

L'utilité des recherches scientifiques pour faire progresser l'industrie est, en l'espèce, particulièrement évidente : nous n'en voulons pour preuve que les améliorations récemment apportées aux procédés de la sucrerie et qui sont principalement dues à des savants. Il n'est que juste de rendre, à ce propos, hommage à la science de MM. Pellet, Siderski, L. Lindet et Horsin-Déon.

IV

Situation des Ouvriers. — Nous avons parlé des chimistes, occupons-nous maintenant des ouvriers.

Dans les environs de Paris, dans la Beauce et dans la Brie, il est impossible de constituer, avec les gens du pays, les deux équipes que requiert le travail de jour et le travail de nuit des sucreries. D'une part, la besogne de nuit répugne à l'ouvrier français qui, dans la plupart des autres industries, n'y est pas habitué; d'autre part, dans les diverses usines, si abondantes aux environs de Paris, l'ouvrier est en général occupé toute l'année. Dans toute cette région, dans la Beauce et dans la Brie, la sucrerie n'emploie guère que des ouvriers belges. Ceux-ci sont le plus souvent d'excellents travailleurs. S'ils sont dénués d'initiative, ce qui, en l'espèce, n'est pas un défaut, ils se montrent, par contre, pleins de qualités très utiles : ils sont soumis, respectueux, parfaitement tranquilles, et la dure besogne ne les effraie pas. Presque tous sont payés à la tâche et gagnent au moins cinq francs par jour. Seuls, les chefs de batteries de diffusion, les cuiseurs et les surveillants sont rémunérés au mois. Tous trouvent, en général, dans les usines, cet avantage facultatif, dont profitent la plupart, d'y être logés et nourris au prix d'un franc vingt-cinq centimes par jour (1).

Dans les sucreries du Nord, des gens du pays et un certain nombre de Belges forment le personnel ouvrier. Presque tous sont rétribués à la tâche : on prend pour base du calcul le nombre des chaudières de première carbonatation qui ont été carbonatées dans la journée et la nuit; ce nombre est, à peu près, de 40 ; la chaudière étant payée vingt-cinq à trente centimes, chaque ouvrier d'une équipe de douze heures gagne au moins cinq francs. Les ouvriers rétribués au mois touchent de cent vingt à cent cinquante francs et sont, en général, chauffés.

Quand se termine la campagne sucrière (janvier), les ouvriers demeurent plusieurs mois sans travail : beaucoup se trouvent alors plongés dans une affreuse misère. Quelques-uns — mais c'est une infime minorité — exercent, dans la région, les métiers de maçon et de menuisier.

En mai, ils sont employés, par les cultivateurs des régions sucrières, aux plantations de betteraves; en juin, les binages les retiennent encore aux champs. Puis vient la moisson des céréales qui les occupe en juillet et août, d'abord dans nos départements du centre, finalement dans le nord de la France. Cette migration les ramène, en septembre, dans les sucreries.

En résumé, bien que les salaires soient, dans les sucreries, sensiblement égaux à ceux de beaucoup d'industries, les ouvriers qu'elles emploient se trouvent souvent dans une situation pénible. Est-il possible d'améliorer leur condition?

Avant de répondre à cette question, il convient d'examiner diverses obligations que la loi impose aux patrons et les bénéfices que leur laisse le système actuel.

(1) Le tableau des salaires dressé par M. Lindet (tableau VII, page 231) indique la paie quotidienne, déduction faite du logement, du chauffage et de la nourriture.

V

Surveillance des fabriques par l'Etat. — Dans chaque sucrerie l'État entretient des employés, au moins trois, qui, jour et nuit, à tour de rôle, contrôlent la fabrication. Ils pèsent les betteraves, s'assurent qu'aucune quantité de sucre ne sort de l'usine sans passe-debout, tiennent compte du nombre des diffuseurs remplis et vidés, prélèvent des échantillons de sucres turbinés et de mélasses et les envoient au Laboratoire des Contributions indirectes du Ministère des Finances. Ces échantillons y sont analysés, de sorte que l'État est continuellement renseigné sur les quantités de sucre fabriquées par chaque usine et passibles de l'impôt.

Ce service régulier semble s'exercer à la satisfaction générale. Nous ne saurions en dire autant du contrôle des densimètres dont l'État impose l'usage pour toutes les transactions de la sucrerie. Partout on se plaint de la mauvaise graduation de ces instruments. La négligence avec laquelle ils sont éprouvés avant d'être livrés au public cause un véritable préjudice au commerce. La réforme d'un tel état de choses est urgente.

VI

Bénéfice des Patrons. — Le *raffinage*, qui suit immédiatement la sucrerie, se compose de quelques opérations peu compliquées et qu'il y a avantage à faire subir simultanément à de très grandes quantités de sucre. Une raffinerie emploie, pour cette raison, beaucoup plus de sucre que ne peut en produire une grande sucrerie : elle collecte le plus souvent tout à la fois la production de beaucoup de ces établissements et celle d'usines coloniales de sucre de canne.

Indépendamment de cette circonstance, qui empêche les sucreries de monter chez elles la raffinerie, la façon dont l'impôt est appliqué au sucre entraîne aussi cette division du travail. Dans le but de ne pas prendre l'argent du fabricant avant qu'il ait lui-même réalisé la vente de son sucre, l'État n'exige le paiement de l'impôt qu'au moment de la vente, donc après raffinage. Jusqu'à ce moment le raffineur est, dans une large mesure, garant de l'impôt à payer, et obligé, de ce fait, à des dépôts considérables. La raffinerie exigeant donc, tant pour l'achat du sucre que pour la garantie de l'impôt, d'énormes capitaux, il n'y a qu'un tout petit nombre de raffineurs en France : 28, — tandis que les fabricants de sucre sont environ 350. De cette situation résulte pour les raffineurs la possibilité, dont ils usent, de se syndiquer et de maintenir, on pourrait presque dire au taux de leur choix, le prix du sucre raffiné. Tandis que, comme le montrent les graphiques de M. Lindet, le prix du sucre brut ne cesse de s'avilir, le consommateur continue de payer au même prix le sucre qu'il achète chez l'épicier. Les modifications apportées à la législation de 1884 frappent durement le fabricant sans profiter au consommateur. Ne dirait-on pas que la loi a été faite par les raffineurs et comme pour eux-mêmes ?

A l'heure actuelle, la sucrerie française non seulement ne gagne pas d'argent, mais en perd : un grand nombre d'usines vont se trouver cette année dans la nécessité de fermer. Comment, dans ces conditions, demander aux fabricants d'accueillir plus libéralement les savants, d'augmenter les traitements des ingénieurs et des chimistes et les salaires des ouvriers qu'ils emploient ?

Deux remèdes au mal actuel semblent cependant devoir surgir prochainement : beaucoup de fabricants de sucre, désireux de se soustraire à la tyrannie du raffineur, se préoccupent de chercher un procédé pratique de raffinage applicable dans leurs usines, — et c'est là un sujet d'investigation que nous devons signaler aux hommes de science. D'autre part, un grand nombre de sucriers ont en ce moment la pensée de se syndiquer pour opérer le raffinage. Là est le salut de leur industrie et l'intérêt du public, si nos lois ne changent pas.

Louis Olivier.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LE PROLONGEMENT SOUTERRAIN DE LA LIGNE DE SCEAUX

La ligne souterraine allant de la gare de Sceaux au jardin du Luxembourg sera très prochainement inaugurée. Cette ligne nous paraît doublement intéressante. D'abord, au point de vue pratique, elle était d'une incontestable utilité. La gare de Sceaux se trouvait trop éloignée, et les Parisiens, ne pouvant s'y rendre assez facilement, délaissaient volontiers la partie de banlieue qu'elle dessert, cependant très jolie et très digne d'être un but favori pour leurs promenades dominicales. Et puis, ce petit bout de souterrain est un avant-goût du métropolitain dont la construction est de plus en plus retardée; c'est un premier pas fait en avant; il faut nous en contenter, faute de mieux.

D'ailleurs, pendant le cours des travaux, de nombreux trains de ballast ont parcouru ce chemin sur une voie provisoire, et nous ne croyons pas que l'on ait eu à leur reprocher le moindre méfait contre le calcul des trajections astrales. Nous pouvons donc avoir bonne confiance en l'avenir.

A son départ, la ligne a été construite à ciel ouvert. La présence du square (marqué sur le plan, figure 1, près de la station Denfert) rendait cette solution facile. Un tablier métallique porte la chaussée qui traverse la place entre le square et l'ancienne gare de Sceaux. A la sortie du square, le peu de profondeur du niveau de la voie n'a pas permis de creuser un tunnel proprement dit. On a eu recours, pendant environ 90 mètres, au système de couverture très souvent employé dans les métropolitains anglais. Il comprend deux poutres longitudinales reposant sur des colonnes en fer ayant une section à double T et réunies par des traverses d'environ 9 mètres. Ces traverses sont supportées à leurs extrémités par des murs de soutènement (fig. 2). Entre elles, sont construites des arches en briques qui forment la voûte.

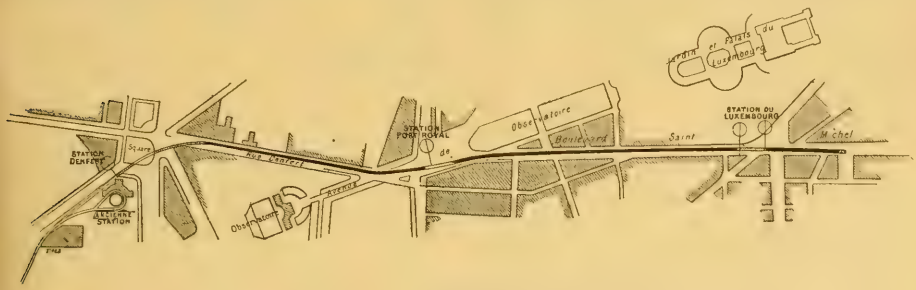


Fig. 1. — *Plan du trajet de la ligne souterraine du Luxembourg.*

D'autre part, au point de vue scientifique, la construction de la ligne est à citer : elle a soulevé beaucoup de difficultés que les ingénieurs ont complètement résolues. Nous allons en exposer rapidement les principales [1].

La ligne part de l'ancienne gare de Sceaux et passe sous la rue Denfert-Rochereau et le boulevard Saint-Michel pour finir près du jardin du Luxembourg, à l'angle de la rue Gay-Lussac. Ce sont là des voies très fréquentées, et le Conseil municipal de Paris, qui n'était que médiocrement favorable au projet, imposa la dure condition que la circulation ne devrait pas être interrompue. D'un autre côté, un important tramway, celui qui va de Montrouge à la gare de l'Est, suit absolument le même trajet. Il ne fallait pas songer à supprimer un seul jour son service ni même à diminuer son parcours. Enfin, les nombreux égouts et les multiples conduites qui courent sous les trottoirs de Paris contribuaient à accroître les obstacles, en même temps que les catacombes qui se trouvent en grande quantité dans ce quartier et dont les arches menaçaient parfois de se rompre sous le moindre effort. Nous pouvons ajouter encore que la voie longe l'Observatoire; aussi les savants astronomes de cet établissement conçurent-ils la crainte que le passage des lourds convois ne vînt troubler leurs mesures précises et délicates. Il fallut prendre les précautions suffisantes pour les rassurer : une épaisse couche de sable fut introduite entre les murs du tunnel et le sol des jardins de l'Observatoire.

En cet endroit, la voie présente une courbe d'environ 220 mètres de rayon et pénètre sous la rue Denfert. A l'angle de l'avenue de l'Observatoire et du boulevard Saint-Michel se trouve la station de Port-Royal. Comme on disposait, en cet endroit, d'un espace considérable, la partie attenante à cette station est restée découverte sur une longueur d'environ 80 mètres. Au delà, se trouve un pont oblique par rapport à la voie et supportant l'extrémité du boulevard Saint-Michel. Ce pont est fait de deux poutres longitudinales réunies par des traverses entre lesquelles se trouvent, comme tout à l'heure, des arches en briques. Ces traverses sont soutenues par une pile centrale, et, à leurs extrémités, par des murs de soutènement. Après le pont, le tunnel ordinaire recommence. La figure 3 donne une demi-coupe de ce tunnel. Un peu avant d'arriver à la station du Luxembourg, la formation des quais a nécessité son élargissement, et sa forme a été modifiée ainsi que l'indique la figure 4. A la hauteur même de la station, la chaussée est portée par un pont formé de 6 poutres de près de 17 mètres de long et de $1^{m},50$ de hauteur, réunies par des traverses entre lesquelles ont été construites de petites voûtes. On voit que le même système se retrouve dans toutes les constructions en

[1] Les détails qui suivent ont été, en partie, empruntés à *Engineering*. N° du 25 Janvier 1895.

fer qu'a nécessitées la ligne. Au delà du pont a été creusé un bout de tunnel destiné aux manœuvres de machines.

Lorsqu'elle quitte l'ancienne ligne, la voie a une pente de 1,6 pour cent. Au bout de 300 mètres, cette pente est de 2,1 pour cent. Au-dessous de la rue Denfert, elle redevient égale à 1,6 pour cent. C'est d'ailleurs le chiffre moyen pendant tout le parcours. Les rails sont, au départ, à 4m,50 au-dessous du sol. A la station de Port-Royal, ils atteignent plus de 6m,30 et près de 11 mètres au bout de la ligne. Une telle profondeur n'était pas exigée pour le parcours actuel; mais elle a été adoptée en vue du raccord avec le futur métropolitain. Dans le petit tunnel qui suit la station du Luxembourg, la voie a été rendue horizontale par une couche de ballast. L'inclinaison nécessaire pourrait être facilement rétablie en cas de prolongement de la ligne.

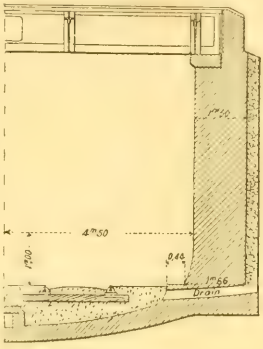


Fig. 2. — *Voie à couverture métallique.*

Pendant les travaux, avons-nous dit, les ingénieurs ont été constamment gênés par les égouts, par les multiples canalisations qui se trouvent sous les rues de Paris, et surtout par la présence des anciennes carrières et des catacombes. Les voûtes de ces excavations se trouvent de 12 à 20 mètres au-dessous du niveau des rails. Mais leur présence était à considérer avec attention, ainsi que le prouvèrent de nombreux affaissements de maisons du quartier. Aux endroits où le toit de la carrière avait subsisté, on construisit, pour soutenir le mur latéral du tunnel, un autre mur allant du sol au sommet de la voûte de cette carrière. Au contraire, dans les cas de l'écroulement du toit, on creusa un puits allant jusqu'au niveau de l'ancien sol. Les parois en furent faites en solide maçonnerie sur laquelle on plaça une forte voûte soutenant directement les murs du tunnel. La figure 5 montre un exemple de cette dernière disposition. Nous avons vu, d'autre part, comment on a donné satisfaction aux astronomes de l'Observatoire en ce qui concerne la partie du tunnel qui longe les murs de leur jardin. Quant aux égouts et aux conduites diverses, ce fut plutôt un ennui continuel qu'une véritable difficulté.

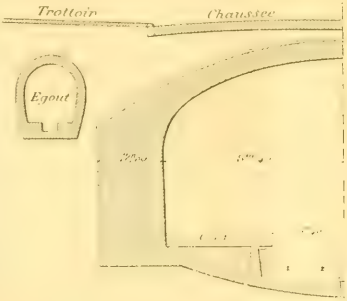


Fig. 4. — *Tunnel élargi pour la formation des quais.*

Les travaux de construction de la ligne devaient, *à priori*, satisfaire à trois conditions importantes :

1° Être menés le plus rapidement possible;

2° Exiger le minimum de dépenses;

3° Ne point interrompre la circulation publique.

Voici quelle fut la solution adoptée :

Les deux voies du tramway Montrouge-Gare-de-l'Est furent transportées près de chaque trottoir. Les voitures continuèrent à être autorisées à circuler dans la rue Denfert et le boulevard Saint-Michel, excepté aux endroits où il existe des rues parallèles. D'autre part, on laissa toujours libre au moins une moitié de la chaussée : une tranchée était ouverte ou même une série de fosses dans lesquelles on élevait les piles sur une certaine longueur. Cela fait, le niveau de la rue était abaissé suivant la forme de l'arche du tunnel et sur une largeur correspondant à la moitié de celui-ci. Là-dessus, on coulait une couche de plâtre qui servait de fondation à la maçonnerie de la demi-arche. Le travail était achevé de cette façon, puis le niveau de la rue rétabli, et on recommençait pour l'autre moitié du tunnel. La circulation resta donc absolument libre pendant les fouilles et l'enlèvement des terres. Cette méthode, quoique un peu lente, a donné d'excellents résultats.

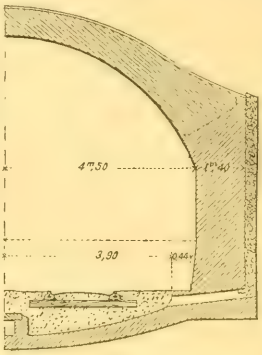


Fig. 3. — *Tunnel ordinaire.*

Trois types différents de construction ont été employés dans les proportions suivantes : tunnel en maçonnerie, 79,7 pour cent; couverture en briques et fer, 15,2 pour cent; voie à ciel ouvert, 5,1 pour cent. La figure 3 montre une section du tunnel. Sa largeur est de 9 mètres; la hauteur des murs latéraux de 3 mètres, leur épaisseur de 1 m. 40. Ils comprennent des vides destinés au passage des conduites de drainage, et, de 15 mètres en 15 mètres, des refuges pour les hommes qui travaillent sur la voie. Un petit chemin de 0m,44 de largeur leur est, en outre, réservé le long des murs. Nous avons vu que la forme du tunnel change aux environs de la station du Luxembourg; en cet endroit, la largeur totale est de 16m,80, l'épaisseur des murs latéraux de 3 mètres, la largeur des quais de 5 mètres, et la distance entre quais de 6m,80 (fig. 4). Lorsque la voûte est faite en briques et en fer, l'épaisseur des murs de soutènement est portée à 1m,50.

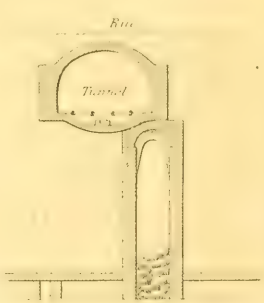


Fig. 5. — *Exemple d'un mur du tunnel soutenu par la voûte d'un puits inférieur.*

Dans le cas d'une ligne telle que celle qui nous occupe, c'est-à-dire presque entièrement souterraine, la question du renouvellement de l'air était de première importance. Sans précautions spéciales, l'atmosphère viciée, tant par le passage des locomotives que par la présence des hommes, deviendrait rapidement irrespi-

rable; car, si nous en jugeons par ce qui passe, à certains jours, sur les lignes de banlieue, la ligne de Vincennes, les lignes de la Compagnie de l'Ouest, par exemple, il faut s'attendre à voir parfois sur la voie du Luxembourg une circulation considérable, et dans ses stations le séjour continu d'une foule sans cesse renouvelée. Aussi a-t-on construit de distance en distance des puits qui débouchent dans le tunnel par des ouvertures pratiquées soit dans les murs latéraux, soit à la partie supérieure des voûtes. En outre, une sorte de canal qui coule tout le long du tunnel, est en communication avec un puissant ventilateur installé dans le sous-sol de la station du Luxembourg et poussant l'air vicié dans une cheminée construite tout près de là; il est mû par l'électricité. La génératrice de courant se trouve à la station Denfert qui contient aussi des dynamos destinées à l'éclairage des autres gares et de la ligne, ainsi qu'à la manœuvre des monte-charges.

Nous dirons, avant de terminer, quelques mots sur la disposition des trois gares.

Pour la première, place Denfert, le vieux bâtiment circulaire a été conservé. Le niveau des rails se trouve à 5 ou 6 mètres au-dessous du sol de la salle d'enregistrement des bagages. Un pont en fer a été jeté au-dessus de la voie. Il donne accès par trois passages au quai de départ, au quai d'arrivée et au monte-charges pour les bagages. Deux escaliers, situés de chaque côté du pont, servent, l'un à l'arrivée, l'autre au départ. Les murs de cette station, ainsi d'ailleurs que ceux des deux autres, ont été recouverts de tuiles vernissées blanches, et les arches, situées entre les traverses en fer, de briques également blanches. Il y a là un supplément de dépenses qui est largement compensé par la qualité de la lumière obtenue. La largeur des quais est de 5 mètres. Conformément à l'usage généralement adopté en Angleterre, ils sont au niveau du marche-pied des wagons; on sait que chez nous ils sont placés plus bas. On pourrait toutefois trouver des exemples du contraire : la ligne de Vincennes nous en offre plusieurs.

La station de Port-Royal est à cheval sur la voie. Elle a environ 10 mètres de hauteur et est portée sur 8 colonnes en fonte. La figure 6 en montre le plan général. La salle des bagages est au niveau de la rue; en face de l'entrée, se trouve un escalier divisé en trois parties. La partie centrale sert à la descente, et les deux autres à la montée. On arrive ainsi à une salle d'attente et de distribution des billets d'où partent deux groupes d'escaliers aboutissant aux quais de la voie. Le premier groupe est destiné à la descente, le second à la montée. Les flèches marquées sur la figure indiquent le sens dans lequel marchent les voyageurs.

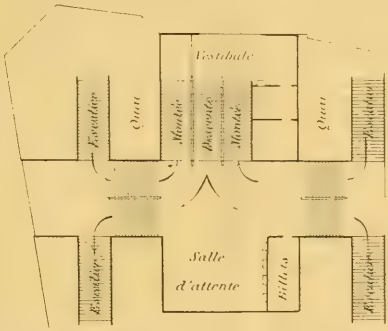


Fig. 6. — *Plan de la station de Port-Royal.*

On sait qu'aucune construction spéciale n'a été faite pour la gare du Luxembourg, qui est la station terminus. La Compagnie n'a pu obtenir l'autorisation de bâtir dans le jardin, et, comme il était impossible de songer à occuper une portion quelconque du boulevard, elle a été obligé d'acheter une maison privée dont elle utilise le rez-de-chaussée et les caves. Cette maison est située à l'angle de la rue Gay-Lussac et du boulevard Saint Michel. Dans les caves, se trouve la machinerie nécessaire aux monte-charges; au rez-de-chaussée, la salle d'attente et la distribution des billets. De là, on passe par un escalier à une plate-forme placée à 4 mètres au-dessus des rails d'où partent d'autres escaliers aboutissant aux quais. Comme dans les deux premières stations, les passages donnant accès à la voie ont été divisés en deux parties bien distinctes : la première destinée aux voyageurs qui partent, la seconde aux voyageurs qui arrivent. Ces derniers sortent directement dans la rue.

M. Barclay Parsons, ingénieur en chef de *The Board of Rapid Transit Commissioners of New-York*, a écrit dernièrement un rapport sur les *Moyens de communications rapides dans les grandes villes*. Il y dit quelques mots de la ligne du Luxembourg, qu'il regarde « comme l'exemple le plus important, en Europe, de construction souterraine: car c'est le seul cas où l'on se soit efforcé de produire une œuvre réellement élégante ».

M. Parsons ajoute que les difficultés nombreuses qui se sont présentées ont été remarquablement vaincues. Il donne aussi les conclusions auxquelles ont été conduits les ingénieurs français. Ils ont reconnu qu'il était préférable :

1° D'employer autant que possible la maçonnerie au lieu du fer;

2° D'éviter dans la maçonnerie l'emploi des pierres de trop grandes dimensions;

3° D'amener et d'enlever les pierres au moyen de trains se mouvant sur la partie de la voie déjà construite;

4° De placer les rails aussi près que possible de la surface du sol, car la dépense à faire croît considérablement avec la profondeur à laquelle on travaille.

Quant au prix de revient de cette intéressante petite ligne, il est encore impossible de l'évaluer exactement, mais il a, paraît-il, certainement dépassé celui qui avait été prévu. Le devis s'était élevé à près de 9.000.000 de francs, et la maison dans laquelle se trouve la station du Luxembourg a déjà coûté, à elle seule, 1.450.000 francs.

A. Gay,
Ancien élève de l'École Polytechnique

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Bachmann (Paul). — Zahlentheorie. *Versuch einer Gesammtdarstellung dieser Wissenschaft in ihren Haupttheilen. Zweiter Theil. Die analytische Zahlentheorie.*—1 *vol. in-8° de* 500 *p.* (*Prix :* 15 *fr.*) *B. G. Teubner, éditeur, Leipzig.* 1895.

Dans la *Revue* du 15 novembre 1893, M. Hadamard a rendu compte du premier volume de l'ouvrage consacré par M. Bachmann à l'Arithmétique supérieure. Le second volume, objet de la présente notice, traite des questions relatives à la théorie des nombres entiers, mais où interviennent les procédés et notions de l'analyse infinitésimale, notamment les quadratures, les séries, les produits infinis, etc.

La majeure partie du livre (dix chapitres sur treize) est consacrée à la résolution, en nombres entiers x et y, de l'équation indéterminée à deux inconnues :

$$f(x, y) = ax^2 + 2bxy + cy^2 = m, \; [a, b, c, m = \text{entiers}],$$

ou, si l'on veut, à la représentation d'un entier m par la forme quadratique binaire arithmétique $f(x, y)$.

On convient, ce qui est naturel dans la matière, de ne pas considérer comme essentiellement distinctes les formes $f(x, y)$ et $f(Ax + By, A'x + B'y)$, les quatre entiers A, B, A', B' étant assujettis seulement à la relation $AB' - BA' = 1$. Toute la théorie est alors dominée par la proposition suivante, à la démonstration de laquelle ont travaillé beaucoup de géomètres et surtout Dirichlet : « A une valeur numérique donnée « pour le discriminant $b^2 - ac$, correspond un nombre « fini de formes quadratiques que l'on saura toutes « construire. » Les formes quadratiques sont aussi étudiées au point de vue de leur genre (matière trop compliquée pour être développée ici) et de leurs rapports avec la théorie des fonctions elliptiques. Citons aussi cette importante proposition : Toute progression arithmétique fournit une infinité de nombres premiers.

Les trois derniers chapitres sont consacrés aux fonctions arithmétiques (zahlentheoretische), c'est-à-dire à celles qui n'ont de sens que pour les valeurs entières de la variable n. C'est par exemple le cas des fonctions qui indiquent :

Combien un entier n a de diviseurs,

Quelle est la somme de ces diviseurs,

Combien il y a de nombres premiers ou premiers avec n, non supérieurs à n, etc., etc.

L'étude des fonctions arithmétiques est extrêmement ardue. On se contente le plus souvent de calculer leurs valeurs moyennes. Ou bien on substitue à ces fonctions d'autres plus simples (valeurs asymptotiques), telles que l'erreur commise s'évanouisse pour n infini. Les valeurs asymptotiques ont une grande importance dans le calcul des probabilités, à cause de la loi dite des grands nombres.

Je citerai aussi ce curieux résultat : la probabilité pour que deux entiers, pris au hasard, soient premiers entre eux est $\frac{6}{\pi^2}$, π étant 3, 1415926...

Bref, le livre de M. Bachmann fournit les indications les plus précieuses sur l'état actuel de l'arithmétique supérieure, science si attrayante par sa difficulté même. Léon Autonne.

Vislicenus (D. W. F.), *Professor an der Universität zu Strasburg.* — Astronomische Chronologie. — 1 *vol. gr. in-8° de* 160 *p.* (*Prix : Cartonné,* 6 *fr.* 25.) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig,* 1895.

Denfer (J.), *Architecte, Professeur à l'Ecole Centrale.* — Charpenterie métallique. Menuiserie en fer et Serrurerie. *Tome I. (Généralités. Résistance du fer, de l'acier et de la fonte. Assemblages. Planchers en fer. Supports métalliques.)* — 1 *vol. grand in-8° de* 584 *pages et* 479 *figures, de l'Encyclopédie des Travaux Publics.* (*Prix :* 20 *francs.*) *Gauthier-Villars et fils. Paris,* 1895.

On a souvent dit de notre époque qu'elle porterait dans l'histoire le nom de siècle du fer. Celui de siècle de l'acier lui conviendrait mieux encore, si une période un peu plus longue nous séparait de l'année 1900 ; car l'acier, plus élastique et plus résistant que le fer, et ne coûtant guère plus que ce dernier, se substituera certainement à lui, le jour prochain où on saura le fabriquer avec des qualités constantes, faciles à reconnaître et à garantir. Qu'on emploie pour les édifier le fer ou l'acier, un ouvrage sur les charpentes métalliques est assuré de traiter une question qui restera longtemps à l'ordre du jour, et ce n'est pas le plus mince éloge qu'on puisse faire d'un livre. Celui de M. Denfer est du reste conçu de manière à être longtemps consulté avec fruit.

A côté de tous les renseignements pratiques dont le constructeur a journellement besoin, se trouvent, fort complètement et fort clairement traités les problèmes théoriques que l'architecte et l'ingénieur peuvent avoir à résoudre. Aussi ne pouvons-nous analyser, en quelques lignes, un ouvrage aussi technique, nourri de détails et de chiffres, et nous devons nous borner à une nomenclature, forcément un peu sèche, des chapitres.

Dans le premier, sont exposées les généralités relatives aux métaux ferreux : fers, fontes, aciers, et sont minutieusement décrites les formes commerciales des fers.

Dans le second, plus théorique que le précédent, sont étudiées les questions relatives à la résistance des métaux.

Le troisième chapitre est consacré aux assemblages des éléments métalliques, en relation si intime avec la solidité des constructions. Le suivant traite des chaînages, linteaux et poitrails.

Dans le quatrième chapitre est étudiée, avec tous les détails qu'elle mérite, l'importante question des planchers en fer.

Dans le cinquième chapitre on trouvera groupées toutes les notions qui se rattachent aux supports verticaux (colonnes en fonte, poteaux et piliers en fer).

Cette liste montre assez par elle-même que le volume en question n'est que le tome premier de l'ouvrage complet. Celui-ci donnera, dans tous leurs détails, les moyens d'édifier rationnellement les constructions métalliques. Déjà, dans une simple page d'une haute importance pratique, il rappelle les moyens trop souvent négligés d'accroître la durée de ces constructions.

On oublie, en effet, trop généralement, que ces ouvrages, parfois immenses et alors élevés au prix de frais et de labeurs énormes, sont voués, dans un avenir relativement proche, à une ruine certaine. Le fer périt fatalement par l'oxydation ; celle-ci, lente sur les surfaces planes qui sèchent vite, est rapide sur les parties qui restent longtemps mouillées, et s'accélère d'autant plus que la rouille déjà produite fait éponge et conserve l'humidité favorable à une corrosion plus profonde. Quand l'oxydation attaque un assemblage, elle donne lieu à une augmentation de volume irrésistible et arrache les meilleurs éléments de jonction.

On n'a pas oublié l'émotion produite par les résultats de l'enquête à laquelle, sous la pression de catastrophes récentes, on a procédé pour se rendre compte de l'état des ponts de nos chemins de fer.

Et pourtant les précautions qu'il suffirait de prendre pour rendre bien longuement durables les constructions métalliques sont d'une simplicité élémentaire et d'un prix presque nul. Elles consisteraient à peindre convenablement les fers avant de les assembler, à ne jamais jonctionner deux pièces sans interposer une matière molle capable de durcir, à remplacer dans les joints rivés le mastic libre par une bande d'étoffe mince enduite de ce mastic à l'état presque frais, à procéder à la peinture définitive avec un soin minutieux et à la renouveler assez souvent, enfin à disposer les fers soumis aux intempéries de manière que l'eau de pluie ne séjourne pas à leur surface.

Pourquoi faut-il que des précautions aussi élémentaires, qui ne majoreraient que d'un ou deux francs le prix des cent kilos du métal employé, et qui décupleraient facilement la durée des ouvrages, soient si rarement observées ! Espérons que les constructeurs, mieux avertis par l'appel aussi désintéressé qu'éclairé que leur adresse M. Denfer, seront à l'avenir plus soigneux.

Gérard LAVERGNE.

2° Sciences physiques.

Henry (A.), *Ingénieur en Chef des Mines, Ingénieur en Chef du Matériel et de la Traction à la Compagnie P.-L.-M.* — **Etude expérimentale de la Vaporisation dans les Chaudières de locomotives,** *faite dans les ateliers du chemin de fer P.-L.-M.* — (3e *fascicule des Annales des Mines de* 1894.) *Vve Ch. Dunod et Vicq. Paris*, 1895.

L'essai des chaudières et des machines motrices n'est pas un métier; c'est un art pour lequel il faut à l'expérimentateur, en plus des ressources matérielles indispensables à une opération de ce genre, un grand dévouement, un profond savoir et un véritable tempérament scientifique. Un essai bien fait a une portée considérable quand il aboutit à des conclusions nettes et précises; la théorie y trouve un appui et un contrôle, la pratique en retire des données sûres et indiscutables. Il n'est donc pas étonnant qu'on attache tant d'importance à une étude expérimentale signée d'un nom connu et estimé, et exécutée dans les conditions voulues, pour qu'on ne puisse en contester les résultats.

Le travail des ingénieurs de la Compagnie du P.-L.-M., que viennent de publier les *Annales des Mines*, mérite d'être classé parmi les meilleurs de l'espèce. Commencé sur l'initiative et sous la direction de M. Henry, avec la collaboration de MM. Chabal, Foucher, Trudon et Mottet, cet essai a duré cinq ans; M. Henry en avait communiqué partiellement les résultats au Congrès des chemins de fer de 1889, mais la mort l'empêcha d'en tirer toutes les déductions, et M. Marié fut obligé de coordonner les données recueillies et d'en présenter l'ensemble au public.

Le but de ces recherches était de mettre en lumière l'influence de la longueur des tubes à fumée des chaudières de locomotives, tant sur la puissance de production que sur le rendement économique de l'appareil; on se proposait aussi de déterminer les meilleures conditions d'établissement à adopter relativement aux différences de tirage, aux changements de forme du foyer (foyer ordinaire, foyer avec voûte en briques ou avec bouilleur Tenbrinck), à l'étendue des grilles, au nombre et au diamètre des tubes. Ce programme fut élargi dans la suite et étendu à l'épreuve des tubes à ailettes, système Serve, qui furent substitués aux tubes lisses.

Le mémoire inséré aux *Annales des Mines* décrit d'abord longuement les divers appareils employés au cours de ces recherches, appareils de mesure de l'eau d'alimentation, de pesage du combustible, de mesure du tirage, de mesure des températures, de détermination de l'eau entraînée, d'analyse des gaz, etc.

Un second chapitre trace le programme et relate la marche des expériences. Vient ensuite le calcul des résultats, et l'exposé de ces résultats.

Tout cela ne peut être analysé, et nous renvoyons le lecteur au lumineux exposé de M. Marié. Signalons seulement les conclusions de ce remarquable travail :

Pour le foyer, les grandes surfaces de grille sont avantageuses; les longs tubes améliorent le rendement, mais limitent la puissance de production; une longueur de $4^m,50$ paraît, à tous égards, la plus avantageuse. L'influence du tirage sur la puissance est considérable; mais il convient de prendre des dispositions pour en faire varier l'intensité dans les plus larges limites possibles : c'est le meilleur moyen de donner à la puissance de la locomotive l'élasticité dont elle a besoin et de permettre de régler cette puissance sur le travail à développer à tout instant. On doit chercher à multiplier le plus possible le nombre des tubes.

Un fait d'une grande importance pratique se dégage de cette étude : on voit que le rendement d'une chaudière déterminée, d'un type donné, peut varier considérablement avec les dimensions relatives de ses diverses parties (grille, surface de chauffe, carneaux, etc.), et avec les conditions de son fonctionnement (tirage, activité du feu, qualité du charbon, etc.). En particulier, une chaudière du type locomotive peut donner de 7,0 à 10,5 kilog. de vapeur par kilogramme de charbon, c'est-à-dire qu'elle est, pour ainsi dire à volonté médiocre ou excellente.

L'étude expérimentale faite par les ingénieurs du P.-L.-M. contribuera grandement au perfectionnement des locomotives : l'initiative des promoteurs de cet important travail n'a pas été stérile, et ils ont, de plus, le mérite d'avoir produit une œuvre vraiment scientifique.

A. WITZ.

Heen (P. de) et **Dwelshauvers-Dery** (F. V.). — **Etude comparative des isothermes observées par M. Amagat et des isothermes calculées par la formule de Van der Waals.** — *Une brochure de* 12 *p. et* 5 *planches, extraite du Bulletin de l'Académie Royale de Belgique*, 1894.

Si l'on applique la formule de Van der Waals au calcul des expériences de M. Amagat sur les isothermes de l'acide carbonique, on obtient une concordance médiocre pour l'isotherme de 198°, et mauvaise pour celles qui correspondent à des températures inférieures à 100°, à tel point que les valeurs calculées de p et de pv, pour un volume spécifique donné, dépassent le double des valeurs observées lorsqu'on atteint 500 atmosphères ; la concordance devient beaucoup meilleure si l'on suppose le covolume et la pression interne variables avec la température (voir à ce sujet la communication faite par M. Amagat à la *Société française de Physique*, le 16 mars 1894). En prenant, pour chaque isotherme, une valeur particulière de ces quantités, la concordance entre les résultats du calcul et ceux de l'expérience est assez satisfaisante. Les divergences qui subsistent conduisent les auteurs à la conclusion que l'on devrait introduire un terme de condensation interne, pour tenir compte des écarts aux faibles pressions. La variation du covolume qui donne la meilleure concordance entre le calcul et l'expérience conduit à attribuer à cette quantité une valeur qui augmente de 0,001 environ par degré, entre 30° et 258°. Cette variation n'est autre que la *dilatation cubique moléculaire*, que l'on trouverait ainsi, pour l'acide carbonique, sensiblement égale à la dilatation cubique d'un grand nombre de liquides organiques.

Ch.-Ed. GUILLAUME.

Fourtier (H.). — **Les Lumières artificielles en Photographie.** — 1 *vol. in-8° de* 160 *pages avec* 19 *fig. et* 8 *pl.* (*Prix : 4 fr.* 50). *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

Ce livre, admirablement édité comme toutes les publications de la maison Gauthier-Villars et fils, contient des spécimens d'illustrations vraiment remarquables. Ce sont des reproductions de photographies dues à divers amateurs, et qui, faites au moyen des lumières décrites dans l'ouvrage, permettent d'apprécier les mérites des méthodes qu'il préconise.

3° Sciences naturelles.

Congrès géologique international. Session de Washington. — *1 vol. gr. in-8° de 530 p. et 40 figures avec nombreuses planches et cartes hors texte. Imprimerie du Gouvernement. Washington*, 1895.

Le gros volume dans lequel sont résumés les travaux du Congrès de Washington est, pour la plus grande partie, consacré à la géologie des États-Unis, et il ne faut point trop se plaindre que les discussions sur des sujets qui sont le but du Congrès semblent sacrifiées à l'exposé des faits si intéressants de la Géologie américaine. Il semble prématuré, en effet, de vouloir établir une *classification génétique des dépôts pléistocènes*, alors qu'on n'est pas fixé en France et en Angleterre sur la position relative des deux faunes quaternaires et qu'on discute encore la réalité d'une phase interglaciaire; des discussions de ce genre ne peuvent aboutir qu'à montrer l'incertitude des données qui sont la base de la discussion. D'un plus grand intérêt est l'exposé des principes qui doivent servir à établir la *corrélation chronologique des roches clastiques*. On trouvera dans les notes de MM. Gilbert, Mc Gee et Lester Ward des choses excellentes sur ce sujet.

La fin du volume est consacrée au compte rendu des excursions géologiques auxquelles le Congrès a donné lieu. M. Mc Gee, avec le concours de MM. G. H. Williams, Bailey Willis, N. H. Darton, y a résumé la géologie des environs de Washington, et M. C. Van Hise l'histoire de la région précambrienne du lac Supérieur dont il a donné une excellente petite carte d'ensemble et des cartes de détail. L'excursion finale aux montagnes Rocheuses a été l'occasion pour M. Emmons de donner, avec la collaboration de nombreux géologues, un véritable Guide (221 p. 13 pl. 28 fig.) dans la région parcourue. Cette excursion a été une des plus grandes attractions du 5e Congrès, dont les membres, dans un parcours de plus de 9,000 kilomètres accompli en 25 jours, ont traversé deux fois la distance qui sépare la côte de l'Atlantique du bord ouest du grand bassin du Colorado.

Nous trouvons dans les procès-verbaux du Congrès l'annonce de la création d'une Commission internationale de bibliographie géologique. On jugera de l'importance et de l'utilité du travail que se propose d'exécuter cette Commission par le programme exposé par M. de Margerie. Il s'agit : 1° de dresser la liste des bibliographies géologiques qui existent déjà ; 2° de faire l'inventaire des parties de la littérature spéciale qui n'ont pas été l'objet de ce dépouillement, de manière à arriver à la mise au clair, une fois pour toutes, de la bibliographie rétrospective ; 3° de procéder à l'enregistrement périodique de la bibliographie courante. Souhaitons que la Commission mène son projet à bonne fin et que la bibliographie géologique rétrospective avance plus rapidement que la carte géologique d'Europe, entreprise par le Congrès et dont nous attendons toujours les premières feuilles, promises pour 1891 et 1892. Mais il est probable que l'exécution de cette bibliographie comporte de solides difficultés, car elle n'a pu paraître, comme on l'avait projeté, à la suite du volume du Congrès de Washington.

A. Bigot.

Mesnard (Eugène), *Préparateur à la Sorbonne.* — **Recherches sur la formation des Huiles grasses et des Huiles essentielles dans les Végétaux.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — *1 broch. in-8° de 142 p. avec 3 pl. G. Masson, éditeur. Paris*, 1895.

L'état où nous voyons la physiologie des plantes depuis un quart de siècle n'est pas fait pour encourager. On a bien découvert quelques lois, précisé des phénomènes, groupé certains faits, mais en si petit nombre qu'on peut se demander s'il ne faut pas regretter tant d'efforts appliqués à des problèmes qui paraissent encore insolubles. La somme des faits établis n'est pas en rapport avec l'activité déployée. Où faut-il chercher la cause de cette impuissance? M. Mesnard nous le dit : il déclare en commençant que l'étude du contenu de la cellule n'est pas suffisamment faite, qu'il est encore impossible d'établir les grandes lignes de l'histoire de la biologie cellulaire ; sans doute, aussi, il appartient à la technique microchimique de définir les relations qui peuvent exister entre les différentes substances renfermées dans la cellule végétale et d'établir des équations chimiques qui résument les principaux faits; mais, nous dit plus loin M. Mesnard : « Les réactions microchimiques, on le sait, ne fournissent pas toujours des résultats absolus. Elles laissent, lorsqu'on a fait de longues observations, certaines impressions qui prennent dans l'esprit la force de la vérité, mais qu'il est prudent, néanmoins, de ranger jusqu'à nouvel ordre dans la catégorie des hypothèses. » Après cet aveu d'impuissance, il nous déclare que son travail est exclusivement basé sur des réactions microchimiques; nous le regrettons; la microchimie est d'un puissant secours, mais elle ne saurait révéler à elle seule le mode de production et l'origine des huiles grasses ou essentielles, pas plus que des autres substances qui gravitent autour d'elles; elle a pu aider l'auteur à « examiner les principaux points de l'histoire d'une cellule à protoplasme chlorophyllien » ; mais elles n'ont pu lui donner la solution des problèmes qu'il rencontrait. Aussi, en dehors des transformations chimiques au sujet desquelles il annonce des faits positifs, nous trouvons surtout dans ce travail des hypothèses émises, sans essai de confirmation, sur des points d'un intérêt réel pour la question qu'il s'est posée. Une opinion personnelle, fondée sur l'observation de la cellule, aurait sa place dans le débat. Le physiologiste ne doit pas, ce nous semble, négliger la morphologie cellulaire, dont la connaissance exige des qualités si rares!

Si toutefois M. Mesnard a tenu à ne se révéler que comme chimiste, ne lui demandons pas autre chose. Dans ce domaine, il nous donne de précieux renseignements; son mémoire sera lu avec profit. Il ne croit pas, contrairement à l'opinion courante, qu'une diastase intervienne, d'ordinaire, dans la mise en œuvre des réserves oléagineuses; il pense que les matières albuminoïdes hydratées sont les agents de la dislocation des matières grasses, et qu'elles les entraînent dans les parties où elles-mêmes vont se déposer à la maturation de la graine. En dehors des graines, l'huile se forme dans toutes les parties vertes de la plante.

Les réactions microchimiques permettent de déterminer sans peine le lieu d'élection des essences dans les pétales des fleurs et ailleurs; elles sont toujours un produit de transformation du protoplasme chlorophyllien; elles n'apparaissent que lorsque l'activité chlorophyllienne est amoindrie; l'huile essentielle n'est pas le seul produit de désassimilation de la cholorophylle; il faut encore considérer comme tels les tanins, des matériaux constitutifs du latex, des pigments colorés, etc.

Si M. Mesnard n'abandonne pas les études où il s'est engagé, les Algues et les Champignons Phycomycètes lui fourniront certainement d'utiles sujets d'observation et d'expérience.

Ch. Flahault.

Massart (Jean), *Assistant à l'Institut Botanique de Bruxelles.* — **La Récapitulation et l'Innovation en Embryologie végétale. Ontogénie de la plantule. Organogénie de la feuille.** — *Un volume in-8° de 100 pages, avec figures et quatre planches. Imp. Annoot-Braeckmann, Ad. Hoste successeur. Gand*, 1895.

Le développement de l'individu représente-t-il, sous forme condensée, les diverses phases de l'évolution de la race? M. J. Massart étudie deux chapitres particuliers de cette grande question, limitant ses recherches à l'évolution de la plantule et de la feuille. Sa conclusion est que les exemples de récapitulation sont rares chez les Végétaux et ne portent guère que sur des caractères provenant d'ascendants peu éloignés.

4° Sciences médicales.

Letulle (Dr M.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'Hopital Saint-Antoine.* — **Pus et suppuration.** — *Un vol. petit in-8° de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, dirigée par M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Broché*, 2 *fr.* 50; *cartonné*, 3 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils et G. Masson, Paris*, 1895.

Comme son titre l'indique, l'ouvrage est divisé en deux parties principales : l'une où sont exposés les caractères physiques, chimiques et histologiques du pus ; l'autre, relative à la suppuration, à ses causes, à son mécanisme, à son évolution.

M. Letulle commence par établir les caractères des divers liquides purulents, leur aspect, les indications qu'on en peut tirer, les raisons de leur coloration variable, suivant la proportion de leucocytes, de granulations graisseuses, d'hématies qu'ils renferment. Le pouvoir chromogène des microbes pyogènes influe sur les colorations du pus, qui devient lactescent avec le staphylocoque blanc, jaunâtre avec le staphylocoque doré, bleu avec le bacille pyocyanique. La densité du pus oscille entre 1021 et 1040. Sa consistance va de la fluidité extrême des sanies à la solidité caséeuse du pus mastic. L'odeur douceâtre ou presque nulle des abcès développés à l'abri de l'air prend un caractère infect, fécaloïde au voisinage des voies digestives, ammoniacal dans les voies urinaires, putride dans les lésions gangréneuses. La quantité du pus est très faible dans les abcès miliaires, énorme dans certaines collections pleurales ou péritonéales.

M. Letulle insiste avec raison sur la nécessité d'examiner le pus issu d'un abcès quel qu'il soit. Dans la présence de corps étrangers grossiers, de fragments d'étoffe, de projectiles, d'esquilles osseuses, de caillots, de détritus alimentaires, de calculs urinaires ou biliaires, d'urine, de bile, de lait, on trouve des enseignements positifs sur la nature et l'origine de la maladie. Il en est de même pour la constatation de parasites, helminthes, hydatides, grains d'actinomycose, etc.

Le pus en général se compose d'une partie solide contenant des éléments figurés cellulaires ou autres et d'une partie fluide, séreuse. Elles sont dans le rapport de 1 à 9 dans les pus séreux ossifluents ; de 2 à 7 ou 3 à 8 dans les autres cas. Le pus est le plus souvent alcalin. Sa composition chimique est très complexe, dépendant de nos humeurs, de nos tissus et des organismes étrangers qu'il contient.

L'examen microscopique du pus y montre des globules purulents de divers ordres : leucocytes mononucléaires, leucocytes éosinophiles, leucocytes polynucléaires neutrophiles, granulations graisseuses, cellules fixes conjonctives ou endothéliales, lymphocytes et éléments embryonnaires, noyaux libres. En outre, on peut rencontrer, suivant la qualité du pus, des corps étrangers extrêmement variables et qui sont invisibles à l'inspection macroscopique tels que des corpuscules métalliques ou autres et des corps organiques. Ces derniers sont soit des cellules provenant de l'organe qui a fait les frais de la suppuration, soit des fibres conjonctives ou élastiques, soit des cristaux d'hématoïdine, des cristaux d'acides gras, de cholestérine, des concrétions biliaires ou urinaires, soit des agglomérations de cellules cancéreuses. On y découvre des parasites divers comme l'échinocoque, le cysticerque, la filaire de Médine, la bilharzia hematobium, des amibes, etc. Le pus renferme encore parfois des sporozoaires, coccidies ou des champignons, saccharomyces, aspergillus, penicillium, etc. Enfin, suivant le cas, toutes les variétés des microbes pyogènes peuvent y être décélées.

La deuxième partie de l'ouvrage débute par une description magistrale du foyer de suppuration. Les divers stades de la nécrose liquéfiante des tissus y sont exposés avec une fougue entraînante, toujours maintenue par une rigueur analytique poussée jusqu'aux confins de nos connaissances histo-chimiques. Il y a là une dizaine de pages de pathologie générale qui font honneur au remarquable auteur de l' « *Inflammation* ».

L'étude des causes de la suppuration est justement réduite par M. Letulle à celle des microbes pyogènes. Ces causes sont, en effet, de deux ordres : chimiques ou infectieuses. Or celles-ci se confondent pour ainsi dire en une seule, car la colonie microbienne n'agit en somme que par les substances pyogéniques, chimiques qu'elle produit. Dans la plupart des cas observés en clinique, la suppuration est d'origine infectieuse. Les microbes sont pyogènes accidentellement ou habituellement. M. Letulle dresse une liste détaillée des espèces les plus communes de ces deux catégories.

Les substances pyogéniques, produits vitaux des microbes, déterminent de la part des tissus conjonctif et vasculaire les réactions essentielles du phénomène morbide. Introduits dans l'organisme par effraction, à la faveur d'un traumatisme minime, souvent inaperçu, les agents pathogènes se propagent le long des conduits naturels ; ils peuvent être transportés au loin par les canaux sanguins ou lympathiques suivant le mode embolique. Arrêtés en un point quelconque de l'organisme, les germes se développent, pullulent tandis que les clasmatocytes se mobilisent et prolifèrent et que les leucocytes sortent des vaisseaux. Pendant ce temps la phagocytose a lieu, mais sous l'accroissement continu des microbes, sous la production constante de leurs toxines, les éléments fixes des tissus se détruisent. La masse des leucocytes disloque les lignes cellulaires ; les appareils cellulaires se morcellent ; l'action des ferments diastasiques complète la nécrose, la liquéfaction des éléments ; des poisons organiques se produisent, tels les leucomaïnes et ptomaïnes du pus que l'on commence à connaître.

Dans cette action complexe, le terrain où évolue le germe morbide joue un grand rôle. Suivant l'organisme envahi, suivant l'organe atteint, le même microbe n'aura pas les mêmes effets. La fonction pyogène qui est elle-même facultative, n'est pas une preuve de virulence exaltée.

Le livre de M. Letulle comprend, en outre, des détails techniques précis sur les méthodes d'examen du pus, la coloration des éléments histologiques ou des micro-organismes. Toute une partie est réservée, avec figures à l'appui à l'étude de quelques pus spéciaux (actinomycose, helminthiase, tétanos, etc.).

C'est, en somme, un traité sur un point capital de la pathologie générale. Modestement présenté sous prétexte d'aide-mémoire, l'ouvrage, par la clarté de l'exposition, l'allure du style, la netteté et la précision scientifiques, donne au lecteur la plus entière satisfaction et témoigne du goût de son auteur pour les études auxquelles il se voue. Dr A. Létienne.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs.* 514e *et* 515e *livraisons.* (*Prix de chaque livraison*, 1 *fr.*) *H. Ladmirault et Cie*, 61, *rue de Rennes, Paris*, 1895.

Les 514e et 515e livraisons renferment les biographies de l'écrivain polonais *Kraszewsky*, par M. Trawinsky ; du philosophe allemand *Krause*, par M. Cramaussel ; du révolutionnaire russe *Kropotkine*, par M. Charnay ; de Mme de *Krüdener*, par M. Debidour ; de l'écrivain et moraliste français *La Bruyère*, par M. P. Souday ; du naturaliste français *Lacépède*, par M. L. Harn ; un article de M. Léon Sagnet sur la famille, les usines et les canons *Krupp;* une étude de M. Larbalétrier sur le *labour*, son but, ses conditions et les différentes espèces de labour aujourd'hui usitées ; deux notes de M. Ch. Vélain sur les roches appelées *Labradorites* et sur les masses éruptives désignées sous le nom de *laccolithes;* enfin une description du *Labrador*, due à M. L. Didier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Février 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. **Paul Tannery**, qui a prêté son concours au déchiffrement de l'inscription astronomique de Keskinto, montre quelles conclusions importantes on peut en tirer sur l'état de la théorie des planètes immédiatement avant Hipparque. — M. **H. Poincaré** montre que la méthode de Neumann s'applique encore à la résolution du problème de Dirichlet, lors même que la surface sur laquelle on suppose répandue une couche double de matière attirante n'est pas convexe, pourvu que la densité γ de l'électricité en équilibre sur la surface satisfasse à l'équation $\int \Phi\gamma d\omega = 0$. L'auteur développe en outre certaines propositions auxquelles il fut conduit par l'extension du problème précédent. — M. **Resal** fait l'historique des diverses formes proposées pour l'intrados des voûtes en anse de panier; il détermine en outre une forme analogue à la forme primitive de Huyghens dont la construction est commode, mais de manière qu'elle soit plus agréable à l'œil. — Le même auteur fait hommage du tome I de la seconde édition de son « *Traité de mécanique générale*, comprenant les leçons professées à l'Ecole polytechnique ». — M. **Appell** présente un ouvrage intitulé : *Théorie des fonctions algébriques et de leurs intégrales*, dont il est l'auteur, en collaboration avec M. **Edouard Goursat**. Le but des auteurs est d'exposer la conception de Riemann pour la représentation des fonctions algébriques et de leurs intégrales sur une surface formée de feuillets superposés, et de faire connaître les principales découvertes auxquelles ont donné lieu les travaux du grand géomètre dans la voie ouverte par Abel, Cauchy, Puiseux et Jacobi. — M. **G. Humbert** démontre l'existence d'une surface du sixième ordre, liée aux fonctions abéliennes de genre trois.

2° Sciences physiques. — M. **Prompt** adresse un mémoire relatif à la congélation de l'eau. — M. **Kilian** signale une secousse seismique constatée à Grenoble le 3 février, à 6 heures 2'40" du matin. — M. **V. Ducla** adresse une classification générale des corps simples d'après les quantités de chaleur absorbées par 1 décimètre cube de chaque corps, à l'état solide, pour une élévation de température de 1°. — M. **Arm. Gautier** rappelle qu'en 1877 il remarquait que la chlorophylle des épinards, qu'il venait d'obtenir cristallisée, différait de celle d'autres végétaux par sa pauvreté en azote, sa plus grande richesse en oxygène et ses propriétés spéciales, et qu'il établissait ainsi la preuve de la pluralité des chlorophylles. — Le même auteur adresse une note sur la valeur agricole des phosphates d'alumine, où il montre que la facilité d'assimilation de ces phosphates ne saurait s'appliquer qu'aux phosphates indirectement issus des fermentations des matières azotées, animales ou végétales, phosphates généralement amorphes ou indistinctement et partiellement cristallisés. — M. **Aimé Girard** revient sur sa méthode de dosage des composés tanniques par la fixation de ces corps par une membrane animale de composition définie et constante, et établit que l'opération, conduite avec des fils convenablement apprêtés, conduit à des résultats précis et concordants avec les autres méthodes. — M. **Lecoq de Boisbaudran** fait remarquer que l'argon, dans sa classification des poids atomiques, viendrait prendre place dans une famille d'éléments dont aucun terme n'était encore connu, éléments dont l'atomicité serait théoriquement paire, mais qui devraient être privés de la faculté de se combiner aux autres éléments. — M. **Vigouroux** énonce les propriétés du silicium amorphe obtenu en réduisant la silice par le magnésium; il paraît se rapprocher du silicium cristallisé et n'a rien de commun avec les variétés amorphes α et β décrites par Berzélius. — M. **Lindet** établit que c'est à l'action d'une diastase, renfermée dans le tissu de la pomme et appartenant au type des laccases, qu'est due l'oxydation du tanin de ce fruit; cette diastase produit directement l'oxydation, ou dédouble le tanin en molécules plus oxydables. — M. **X. Rocques**, à la suite d'un grand nombre d'analyses d'eaux-de-vie, conclut que, dans leur examen, les éléments d'appréciation les plus nets paraissent être la quantité totale des substances volatiles étrangères à l'alcool éthylique, les teneurs en éthers et en alcools supérieurs et le rapport de ces deux substances. Si, à ces données chimiques, on joint la dégustation faite par des personnes exercées, on a en main des éléments suffisants pour établir, dans beaucoup de cas, la nature des eaux-de-vie. — M. **H. Dufet** expose l'étude comparée des cristaux de ferrocyanure, ruthénocyanure et osmiocyanure de potassium; ces cristaux biaxes présentent un isomorphisme parfait tant au point de vue cristallographique qu'au point de vue optique.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — MM. **H. Lecomte** et **A. Hébert** ont étudié les graines de Moâbi au point de vue botanique et chimique. C'est une plante de la famille des Sapotacées dont l'écorce, très épaisse, contient dans un système de laticifères articulés un latex abondant, épais, et fournissant par coagulation un produit assez riche en gutta-percha. — M. **Lafon** a observé les modifications du sang par le traitement thermal de l'eau de la Bourboule, source Choussy-Perrière. Il résulte de trois années d'observations que les globules rouges augmentent de nombre dans le cas de chloro-anémie; dans la leucocytémie, le nombre des globules blancs diminue. — M. **A. Labbé** étudie le noyau et la division nucléaire chez les *Benedenia*, coccidies polyplastidées, parasites de la *Sepia officinalis*. — M. **Ch. Janet** a observé la ponte de la *Vespa crabro* et indique le mode de conservation de la chaleur dans le nid par l'enveloppe générale. — M. **Reyt** complète ses observations sur l'étage Tongrien supérieur ou Stampien dans la Chalosse, et démontre l'influence de mouvements généraux post-tongriens, indépendant des grands mouvements post-éocènes qui les ont précédés. — M. **A. Lacroix** présente quelques considérations sur le métamorphisme de contact auxquelles il a été amené par l'étude des phénomènes de contact de la lherzolite des Pyrénées. — M. **Cayeux** étudie la composition minéralogique et la structure des silex du gypse des environs de Paris.

J. Martin.

Séance du 25 Février 1895.

M. le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes adresse ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. **Guignard** dans la Section de Botanique. — M. **Weierstrass** est élu associé étranger en remplacement de feu M. Kummer. — MM. **Bertrand, Fizeau, Berthelot, Schlœsing, Larrey, Damour**, sont chargés de préparer une liste de candidats pour la place d'académicien libre, vacante par le décès de M. de Lesseps. — M. **Linder** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à cette place.

1° Sciences mathématiques. — M. **Resal** étudie la

pénétration d'un projectile dans les semi-fluides et les solides et donne une nouvelle expression de la résistance à la pénétration, en faisant intervenir les notions que nous possédons maintenant sur la cohésion des semi-fluides et la résistance au cisaillement des solides. La profondeur de la pénétration est représentée par une expression de la forme : A log. vulg. $(1 + n V_0)$, où V_0 représente la vitesse du mobile au moment de la pénétration. — M. **Emile Picard** indique une classe bien délimitée d'équations dont la théorie paraît susceptible d'être approfondie avec détails et dont l'intégrale générale est une transcendante uniforme jouissant de propriétés intéressantes. — M. de **Jonquières** énonce la propriété suivante. Le produit $\Pi(a)$ de n nombres entiers différents $a, b, c, \ldots$ multiplié par le produit $\Pi(a-b)$ de leurs différences deux à deux, a pour valeur un multiple λ des n premières factorielles, c'est-à-dire :

$$\pi(a).\pi(a-b) = \lambda.n!\,(n-1)!\ \ldots\ 3!\,2!$$

il en indique en outre quelques conséquences concernant les dépendances mutuelles des déterminations potentielles. — M. **Bardes** adresse un mémoire relatif aux lois fondamentales d'une synthèse algébrique. — M. **Humbert** arrive à la conception d'une surface du sixième ordre se rattachant à la surface de Kummer par les considérations suivantes : Une sécante issue d'un point O $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4)$ coupe une surface de quatrième ordre K $(x_1, x_2, x_3) = o$ en quatre points a_1, a_2, a_3, a_4, qu'on peut répartir en deux couples de trois manières. Si a_1, a_2, et a_3, a_4, est un de ces groupements, les couples a_1, a_3, et a_2, a_4, déterminent sur la sécante une involution du second ordre, dans laquelle le point O a un conjugué m. Cette construction donne trois points m sur toute sécante issue de O et le lieu des points m, quand la sécante varie, constitue la surface du sixième ordre annoncée. — M. **Leau** énonce un théorème relatif à l'existence de solutions holomorphes pour un système d'équations fonctionnelles d'un type très général, et étend, sur certains points, au cas de plusieurs variables, la théorie développée par M. Kœnigs. — M. **Tresse** applique sa méthode générale de la recherche des invariants différentiels d'une multiplicité analytique soumise aux transformations d'un groupe continu de Lie, à l'équation particulière :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \omega\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right)$$

et indique les résultats très simples obtenus. — M. **N. Bougaief** énonce quelques théorèmes reliant entre eux le nombre et la somme des diviseurs du nombre n qui ne surpassent pas n.

2° Sciences physiques. — M. **Deslandres** a fait l'étude spectrale de la planète Jupiter au point de vue des variations spéciales de longueur d'onde ou des déplacements que la rotation impose à la lumière. L'expérience montre que, lorsqu'un corps est éclairé par diffusion, sa lumière subit le déplacement, non seulement par rapport à l'observateur, mais aussi par rapport à la source. — M. **Poincaré** était arrivé à la conclusion précédente par le calcul ; la lumière réfléchie par la planète a subi une triple absorption : par l'atmosphère solaire, par l'atmosphère planétaire et par l'atmosphère terrestre. Les raies dues à ces différentes absorptions ont subi des déplacements différents. — M. **C. Flammarion** montre l'usage que l'on peut faire de la photographie pour la détermination exacte de la position du pôle, en laissant les étoiles marquer, par leur mouvement autour de ce point, leurs traînées sur la plaque destinée à enregistrer ce mouvement. — M. **Lippmann** fait connaître un dispositif qui ne fait intervenir, dans la mesure du temps, que des instruments de précision inanimés et supprime par conséquent l'équation personnelle dont l'erreur résiduelle demeure toujours voisine de $\frac{1}{10}$ de seconde. — M. **d'Abbadie** annonce que M. Bréguet lui avait fait voir autrefois un dispositif qui permettait d'arriver au même résultat. — M. de **Malherbe** adresse une note relative à l'emploi d'un ballon captif pour les explorations au pôle Nord. — M. **Schubert** adresse une note concernant un projet de traversée de la Manche au moyen d'un canal tubulaire immergé. — M. **Carvallo** demande l'ouverture d'un pli cacheté relatif à l'établissement théorique des lois de l'absorption cristalline : 1° pour le rayon ordinaire, l'indice de réfraction et le coefficient d'absorption sont constants, quel que soit l'angle du rayon lumineux avec l'axe ; 2° la loi de l'indice de réfraction extraordinaire n'est pas altérée sensiblement par l'absorption ; 3° l'absorption du rayon extraordinaire est représentée par la formule :

$$\frac{k}{n^3} = \frac{k_0}{n_0^3}\cos^2\theta + \frac{k_e}{n_e^3}\sin^2\theta$$

où k, n, θ représentent le coefficient d'absorption, l'indice de réfraction et l'angle de la normale à l'onde plane avec l'axe cristallographique. — M. **A. Ponsot** établit des relations nouvelles relatives à l'abaissement du point de congélation et à la diminution relative de la tension de vapeur dans les dissolutions étendues ; il conclut que la croissance de l'abaissement moléculaire à partir d'une dissolution convenable n'entraîne pas nécessairement la dissociation en ions dans les dissolutions étendues, ni une constitution spéciale de ces dissolutions. — M. **A. Leduc** s'est proposé d'étudier les abaissements moléculaires des dissolutions très diluées en remplaçant la mesure de variations de températures très faibles par celle de pressions relativement considérables. Il établit la relation qui existe entre l'excès de pression et la concentration de la dissolution en s'appuyant sur la loi de van t'Hoff :

$$\delta F = \frac{i\,RT}{100\,(u - u')}\,\frac{P}{M}$$

ou u et u' sont les volumes spécifiques du dissolvant pur à l'état solide et à l'état liquide. — M. **Paul Charpentier** donne la description d'un pressomètre sensible, pour la mesure des pressions des fluides et qui peut être utilisé pour déterminer les tensions de vapeur, saturées dans le vide, ou en présence d'un gaz étranger pour la densimétrie ou l'alcoométrie. — M. **Georges Lemoine** mesure l'intensité de la lumière par l'action chimique produite, en opérant avec des mélanges de chlorure ferrique et d'acide oxalique ; il fournit les résultats d'expériences faites avec la lumière directe du soleil et avec des lumières colorées. — MM. **Haller** et **Th. Muller** ont effectué l'étude ébullioscopique de certains colorants du triphénylméthane et reconnu que les chlorhydrates des matières colorantes du triphénylméthane amidé ne sont pas dissociés, tandis que les chlorures d'ammonium et le chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline le sont de la façon la plus nette. — M. de **Koninck** adresse une réclamation de priorité concernant les propriétés signalées dans les sulfures de nickel et de cobalt. — M. **A. Mosnier** a préparé quelques combinaisons nouvelles de l'iodure de plomb avec d'autres iodures métalliques ou organiques, les iodures d'ammonium, de sodium, de lithium, des métaux alcalino-terreux. — M. **V. Thomas** signale quelques combinaisons formées par le bioxyde d'azote et les chlorures de fer soit directement, soit à l'état de dissolution :

$$Fe^2Cl^6AzO\,;\quad 2Fe^2Cl^6, AzO\,;\quad FeCl^2, AzO + 2H^2O.$$

MM. **A. Brochet** et **R. Cambier** ont étudié l'action de l'aldéhyde formique sur le chlorhydrate d'hydroxylamine et le chlorhydrate de monométhylamine ; il se forme, dans le premier cas, l'oxyme correspondante en quantité calculée et, dans le second, la triméthyltriméthylène-triamine $(CH^3\,Az\,CH^2)^3$. — MM. **Ph. A. Guye** et **L. Chavanne** ont recherché si la position du maximum $(\alpha)^d$ dans la série des éthers amyliques dérivés des acides gras de la série normale était modifiée par une élévation de température entre 60 et 70° ; ce maximum

ne change pas. Les mêmes auteurs ont trouvé aussi une valeur maxima dans une série d'éthers oxydes dérivés de l'alcool amylique actif. Ces maxima du pouvoir rotatoire correspondent avec ceux qu'indique la formule du produit d'asymétrie. — M. **Timiriazeff** établit : 1° que la protochlorophylle de M. Monteverde est identique avec sa protophylline naturelle ; 2° qu'il n'existe pas de différence notable entre les protophyllines artificielle et naturelle. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Sappey** présente à l'Académie un atlas d'anatomie descriptive de M. Laskowski. — M. **Milne-Edwards** présente le premier fascicule du « *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle* ». — M. **Koubanoff** adresse un travail sur les champignons du paludisme. — M. **Laulanié** fournit de nouvelles recherches sur les variations corrélatives de l'intensité de la thermogenèse et des échanges respiratoires. En faisant intervenir certaines conditions (inanition, contraction musculaire, tonte et hydrothérapie), on constate que la valeur des caractéristiques biologiques, le coefficient respiratoire en CO^2, par exemple, subit des fluctuations considérables. — M. **Raphaël Dubois** démontre que le sommeil hivernal de la marmotte est une auto-narcose carbonico-acétonémique. Les principes somnifères, toxalbumines, toxines et autres produits semblables n'existent pas chez la marmotte en hibernation ; mais l'auteur a trouvé de l'acétone dans le sang, de telle sorte qu'en injectant 5 centimètres cubes de ce liquide dans le tissu cellulaire d'une grosse marmotte, il s'est produit une torpeur prolongée, mais sans hypothermie. — M. **L. Vaillant**, dans une étude sur le *Rhinatrema bivittatum* Cuvier, de l'ordre des Batraciens Péromèles, montre que ce batracien n'est pas un *Ichthyophis glutinosus*, comme le faisait Peters, mais que le genre *Epicrionops* Boulenger est identique au genre *Rhinatrema*. — M. **Pizon**, dans une étude sur l'évolution du système nerveux et de l'organe vibratile chez les larves d'Ascidies composées, montre que chez les larves de *Fragarium* et d'*Amaroucium*, l'organe vibratile est une portion de la vésicule endodermique primitive. Le ganglion définitif est une production du système nerveux larvaire. — M. **Racovitza** montre que le rôle des Amibocytes, chez les Annélides polychètes, est de déposer du pigment excrétoire dans l'épiderme et de digérer au profit de l'organisme entier les substances de réserve qui s'y sont accumulées. — M. **Thoulet** indique quelques applications de l'océanographie à la Géologie. J. MARTIN.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Février 1895.

M. le Président annonce la mort de M. **Dujardin-Beaumetz**, membre de l'Académie.

M. **Panas** fait un rapport sur un mémoire de M. le Dr **Kalt**, intitulé : Traitement de l'ophtalmie des nouveau-nés. — Il présente ensuite un deuxième rapport sur un travail du Dr **Malgat** (de Nice), relatif au traitement de la conjonctivite granuleuse par l'électrolyse. — A propos des récentes réclamations de priorité sur la constatation de la transmission des propriétés immunisantes par le sang des animaux immunisés, M. **Babes** (de Bucarest) fait savoir qu'il est le premier qui ait annoncé des résultats certains (1889). MM. Richet et Héricourt, en 1888, n'avaient parlé que de probabilités. — M. **Laborde** poursuit sa communication sur la valeur comparative des différents procédés employés pour ranimer les enfants nés en état de mort apparente. Il démontre que, en principe physiologique, la méthode des tractions rythmées de la langue est supérieure aux autres procédés. — M. **Tarnier** prend la défense de l'insufflation; il fait remarquer que, contrairement à l'opinion de M. Laborde, l'air insufflé à l'enfant par le praticien ne contient pas d'acide carbonique. Il conclut en disant que les procédés d'insufflation, qui ont fait leurs preuves, doivent rester dans la pratique. — M. **Kelsch** présente quelques remarques à propos du coup de chaleur; il montre qu'une partie des troubles fonctionnels graves, qui portent l'étiquette coup de chaleur, ressortissent à des facteurs individuels, à des dispositions morbides, natives ou acquises, à des lésions latentes, en un mot à des tares pathologiques silencieuses jusqu'alors, qui, sous le coup d'efforts trop longtemps soutenus, se démasquent brusquement et se déploient en manifestations plus ou moins tumultueuses, pouvant aboutir à un dénouement fatal.

Séance du 26 Février 1895.

M. le Dr **Gross** (de Nancy) se porte candidat au titre de correspondant national dans la IIe Division (Chirurgie). — MM. **Bergonié** (de Bordeaux) et **Hugounenq** (de Lyon) sont élus correspondants nationaux dans la IVe Division (Physique et Chimie médicales, Pharmacie).

M. le Président annonce le décès de M. **Alphonse Guérin**, ancien président, et lève la séance en signe de deuil, après que M. **Lucas-Championnière** a eu donné lecture du discours qu'il a prononcé au nom de l'Académie aux obsèques du défunt.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 17 Février 1895.

M. **Morat** (de Lyon) envoie une note à propos des idées nouvelles sur le système nerveux; il estime qu'il faut distinguer nettement les phénomènes *trophiques* des phénomènes *fonctionnels*; le corps de la cellule représenterait le centre trophique, tandis que le rôle fonctionnel serait échu au chevelu cellulaire. Il croit, en outre, qu'il ne faut pas accepter sans réserves les hypothèses de M. Mathias Duval sur la contractilité des prolongements cellulaires. M. **Dastre** soutient les idées de M. Morat. M. **Mathias Duval** défend son hypothèse et n'admet pas la distinction entre centre trophique et centre fonctionnel. — M. **Foveau de Courmelles** fait une communication sur la distribution de l'ozone atmosphérique et ses rapports avec les épidémies ambiantes. — M. **Féré** présente quelques remarques sur l'évolution de l'instinct chez les jeunes poussins. — M. **Garnault** a recherché des relations entre la forme du crâne et la topographie du rocher. — M. **Girard** (de Toulouse) a trouvé dans un kyste de l'épididyme une substance albuminoïde que ni la chaleur, ni l'acide acétique n'ont pu précipiter. — M. **Oechsner de Coninck** envoie une note sur les réactions des urines pathologiques. Il montre que la réaction avec le nitroprussiate de soude n'est pas spéciale à la créatinine, mais peut provenir aussi de l'acétone.

Séance du 23 Février 1895.

M. **Marmorek** est parvenu à préparer du sérum antistreptococcique doué d'un pouvoir préventif et curatif assez intense. On avait jusqu'alors échoué dans ce genre de recherches parce qu'on n'avait pas pu obtenir des microbes et des toxines assez virulents. — M. **Roger** rappelle qu'il a entrepris depuis quatre ans des expériences analogues. — M. **Mouret** décrit une lésion expérimentale du pancréas provenant d'une injection d'huile aseptique dans le canal de Wirsung, suivie de la ligature de ce dernier. — MM. **J.-B. Charcot** et **Marinesco** relatent l'observation, chez un malade de treize ans, d'une paralysie bulbaire supérieure subaiguë à type descendant. — M. **Hayem** présente une série de coupes de l'estomac montrant qu'il est possible d'étudier la muqueuse stomacale avant le début de l'autodigestion de l'estomac. — M. **Mathias Duval** présente quelques observations sur la reproduction des chauves-souris et sur leurs embryons. — M. **Bonnier**, par l'étude physiologique de l'oreille, est arrivé à considérer le limaçon, non comme un résonnateur, mais comme un appareil enregistreur.

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS

Séance du 26 Janvier 1895.

Ch. Bioche donne la condition pour qu'un faisceau de coniques soit constitué par les projections d'une cubique gauche. — M. **Franchet** présente un important mémoire sur les Ombellifères de la Chine.

Séance du 9 Février 1895.

M. **Biétrix** présente quelques considérations sur les notions de la *cime* et l'*endothélium* à propos du réseau branchial des poissons.

Séance du 23 Février 1895.

M. **André** fait une communication sur des théorèmes empiriques d'arithmétique. — M. **Biétrix** présente quelques observations complémentaires sur une communication précédente. Il indique la différence qu'il y a lieu d'établir entre des formations non semblables portant en anatomie générale le nom de lacunes. — M. **Bioche** donne un procédé élémentaire pour construire, avec une grande approximation, la longueur d'une circonférence de rayon donné. — M. **André** fait remarquer que la formule du pendule peut être remplacée par la formule $t = \sqrt{e}$ très rapprochée.

Ch. Bioche.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 20 Février 1895.

Elections : Sont élus membres de la Société : MM. Lémeray, Fontès, Maillet, Emile Borel.

M. **Raffy** fait une communication sur *certaines équations différentielles du premier ordre*. Il indique le moyen de former des équations dont l'intégrale générale s'obtient en remplaçant la dérivée de la fonction inconnue par une constante arbitraire, et qui ne se présentent pas sous la forme considérée par Clairaut. Il pose le problème général qui consiste à trouver toutes les équations jouissant de cette propriété. — M. **Goursat** présente quelques observations sur le même sujet.

M. d'Ocagne.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

F. Newall. — Note sur le spectre de l'argon. — Au cours de recherches spectroscopiques qui eurent lieu en mai et juin 1894, l'auteur remarqua la présence fréquente, sur ses photographies, d'un spectre de lignes qui lui sembla avoir été ignoré jusqu'alors. Les conditions dans lesquelles ce spectre se montra pour la première fois, le conduisirent à lui donner le nom de « spectre à basse pression ». Ayant choisi les meilleures photographies qu'il avait obtenues, M. Newall y mesura 61 lignes; il reconnut que 17 étaient complètement nouvelles et faisaient partie du nouveau spectre, tandis que les autres lignes appartenaient aux spectres du mercure, de l'azote, de l'hydrogène et de différents hydrocarbures. Depuis, M. Newall prit connaissance des communications faites à la Société Royale de Londres et dans lesquelles lord Rayleigh et W. Ramsay ont exposé le résultat complet de leurs recherches sur l'argon, et il est arrivé à la conviction que les lignes nouvelles de son spectre à basse pression étaient les lignes du spectre de l'argon. Voici les conditions dans lesquelles le spectre de l'argon est apparu dans les recherches de l'auteur : Un tube de verre est scellé hermétiquement à une pompe pneumatique à mercure (du type Töpler-Hagen), dans laquelle une couche d'acide sulfurique concentré flotte à la surface du mercure. On fait le vide dans le tube jusqu'à la dernière limite possible, puis on laisse rentrer l'air. On refait le vide, et la pression est réduite jusqu'à $\frac{180}{1.000.000}$ d'atmosphère (= 0,14 mm.); si, suivant la méthode du Pr J.-J. Thompson, on entoure alors le tube d'une bobine de fil traversée par un courant alternatif de haute fréquence, produit par la décharge d'un condensateur, un brillant effluve se produit à travers le gaz restant dans le tube. L'auteur fit passer ainsi la décharge pendant 30 minutes, pendant lesquelles il prit une photographie du spectre produit. Pendant ce temps, la pression du gaz dans le tube tomba de la valeur de $\frac{174}{1.000.000}$ d'atmosphère (0,13 mm.) à $\frac{112}{1.000.000}$ (0,085 mm.). Le spectre montra fortement les bandes de l'azote, ainsi que les lignes du mercure et du cyanogène, faiblement les lignes de l'hydrogène; on ne trouva ni les lignes de l'oxygène, ni celles de l'argon. La décharge passa de nouveau pendant 30 minutes, et une nouvelle photographie fut prise; la pression tomba de $\frac{100}{1.000.000}$ d'atmosphère (0,076 mm.) à $\frac{20}{1.000.000}$ (0,015 mm.). Le spectre de l'azote s'effaça considérablement, et il apparut un certain nombre de fines lignes qui, malgré toutes les recherches, ne purent être identifiées avec celles d'aucune substance connue. La nature de la méthode d'investigation du spectre de M. Newall est telle qu'il n'est pas difficile de trier, parmi les nombreux spectres qui apparaissent superposés sur la plaque photographique, les lignes qui appartiennent à l'un quelconque de ces spectres. Jusqu'à présent, l'auteur a pu mesurer 72 lignes de son spectre à basse pression, mesures qui sont données dans le tableau de la page 250. Côte à côte, on trouvera les mesures des longueurs d'onde déterminées par M. Crookes pour les lignes de l'argon. La concordance de ces mesures montre d'une manière concluante qu'il s'agit, dans les deux cas, du même spectre. Entre H_γ et la longueur d'onde 370, l'accord est tout ce qu'on doit espérer, étant donné le fait que les mesures de l'auteur ne sont que préliminaires et qu'il ne pourra donner que plus tard une série de valeurs absolument exactes; entre H_γ et H_β, il y a, entre les deux séries de mesures, une différence systématique de trois dixièmes de mètre qu'il a été jusqu'à présent impossible d'expliquer. En tous cas, la concordance du groupement et de l'intensité ne laisse aucun doute quant à l'identité du spectre de lignes à basse pression de M. Newall et du spectre de l'argon. L'auteur a réduit ses mesures d'après l'échelle de longueurs d'onde de Rowland, et il conclut, d'après la ligne H_β (F), que c'est l'échelle d'Augström dont M. Crookes s'est servi pour réduire ses mesures. Mais la différence entre les échelles n'est pas suffisante pour qu'on lui attribue les différences citées plus haut. M. Newall a répété plusieurs fois ces expériences avec de légères variantes; les résultats obtenus ont été constants en ce qui concerne le spectre de l'argon. Il faut seulement noter que, si on continue à faire passer la décharge dans le tube, la pression s'abaisse jusqu'à une certaine valeur minimum, après quoi elle remonte lentement et d'une faible quantité jusqu'à une valeur qui se maintient à peu près fixe. Il est intéressant de voir ainsi l'existence de l'argon s'affirmer dans des circonstances tout à fait nouvelles, qui constituent pratiquement un nouveau mode de séparation de l'argon d'avec l'azote, séparation qui consiste à se débarrasser de l'azote en faisant passer la décharge électrique au travers en présence d'hydrogène ou d'humidité et d'un peu d'acide.

Capstick. — Sur le rapport des chaleurs spécifiques de quelques gaz composés. — Ce rapport a été déduit de la mesure de la vitesse du son dans les gaz en question, mesure pour laquelle on a employé la méthode de Kundt. Voici quelques résultats :

		γ
Chlorure de méthylène	CH^2Cl^2	1,219
Chloroforme	$CHCl^3$	1,154
Tétrachlorure de carbone	CCl^4	1,130
Chlorure d'éthylène	$C^2H^4Cl^2$	1,137

Tableau des longueurs d'onde

H. F. Newall — Mesure des lignes sur la photographie		William Crookes, — 24 Janvier 1895 — *Les deux spectres de l'argon* — Bleu		Rouge	
Longueur d'onde	Intensité	Longueur d'onde	Intensité	Longueur d'onde	Intensité
4879.8	9	487.9	10	487.9	4
4847.2	9	484.75	1		
4808.0	9	480.50	7		
4766.6	9	476.50	1		
4738.0	8	473.45	6		
4729.4	6	472.66	2		
				470.12	8
4664.6	7	466.66	1		
4644.0	1				
4629.0	2				
4602.1	4			462.95	1
4601.0	9	460.80	8		
4592.0	8			459.45	2
		458.60	6		
4581.2	6	457.90	9		
4446.5	7	444.45	7		
				441.00	2
		440.95	8	440.95	9
4482.2	6	447.83	6		
4460.0	2				
4431.3	10	442.60	10		
4426.0	10	442.25	10		
4421.2	4				
4414.1	4				
4401.7	9	439.95	10		
4400.1	9				
4379.8	8	437.85	9		
4375.8	8				
4370.4	8	436.90	9		
4351.4	7	434.80	10		
4336.0	2			433.50	1
4330.8	10	433.05	9	433.05	9
4308.7	4			430.95	9
4299.4	4	429.90	9		
4282.4	6				
4277.4	8 N	427.70	3		
		427.20	7	427.20	8
4266.4	9 N	426.60	6	426.60	4
		426.95	8	426.95	9
		425.45	2	425.45	3
4227.5	8	422.85	6		
		420.10	10	420.10	10
Quoique l'intensité fût seulement de 5, le groupe CAz a effacé cette série de lignes.		419.80	9	419.80	9
		419.45	9	419.45	9
		418.50	8	418.50	8
		416.45	8	416.45	4
		415.95	10	415.95	10
4155.8				416.66	6
4145.0	6	414.45	3		
4103.2	8	410.50	8		
4082.2	4				
4055.8	3				
4072.5	9	407.25	8		
4069.7	2				
4047.7	5	404.40	8	404.50	9
4038.2	5				
4030.9	2				
4013.7	3	401.50	1		
4011.8	8	401.50	8		
3994.6	6				
3964.2	4				
3950.2	3	397.50	1		
3947.5	4				
3945.1	7	396.8	1		
		394.50	9	394.80	10
3941.1	1	394.15	1		
[illegible]	1				
3929.8	3	393.15	1		
[illegible]	8	392.80	9		
[illegible]	6				
		392.75	1		
[illegible]	1				
		391.50	1		
[illegible]				390.45	8
[illegible]	1	389.50	1		
[illegible]	1	387.60	1		
		387.15	1		
[illegible]	1	386.8	8		
[illegible]	1	385.15	1		
		384.60	1	384.50	1
3927.0	2	383.9	1		
[illegible]	1	381.5	1		
		380.45	1		
3884.8	1	378.45	1	378.45	1
3866.4	1	376.50	1		
[illegible]	2				
[illegible]	4	373.80	1		
[illegible]	8	372.98	1		
[illegible]	2	371.50	1		

Chlorure d'éthylidène	$C^2H^2Cl^2$	1,134
Éthylène	C^2H^4	1,264
Bromure d'acétylène	C^2H^2Br	1,198
Chlorure d'allyle	C^3H^5Cl	1,137
Bromure d'allyle	C^3H^5Br	1,145
Formiate d'éthyle	$HCOOC^2H^5$	1,124
Acétate de méthyle	CH^3COOCH^3	1,137
Hydrogène sulfuré	H^2S	1,340
Anhydrie carbonique	CO^2	1,308
Sulfure de carbone	CS^2	1,239
Tétrachlorure de silicium	CCl^4	1,120

On voit que les corps isomères ont sensiblement le même rapport γ. L'auteur donne une démonstration de la formule :

$$\beta + 1 = \frac{\frac{2}{3} + \frac{1}{p}\frac{d}{dv}(pv)}{\gamma - 1}$$

pour calculer β, rapport des deux coefficients d'accroissement avec la température, de l'énergie intérieure de la molécule et de l'énergie de translation. Le rapport $\frac{\beta + 1}{n}$ est constant pour les paraffines et leurs dérivés halogènes monosubstitués, ce qui prouve que pour ces corps le rapport de l'accroissement de l'énergie totale à l'accroissement de l'énergie cinétique de translation de la molécule est proportionnel au nombre d'atomes de la molécule.

2° Sciences naturelles

F.-F. Blackman (B. Sc. B. A.), *Démonstrateur de Botanique à l'Université de Cambridge.* — **Recherches expérimentales sur l'assimilation et la respiration chez les végétaux.** — *I. Sur une nouvelle méthode pour étudier les échanges d'acide carbonique dans les plantes.* — *II. Sur les voies que suivent les échanges gazeux entre les feuilles aériennes et l'atmosphère.*

I. — M. Blackman donne dans ce mémoire la description d'un appareil qui permet d'apprécier exactement la quantité de CO^2 exhalée par une graine en germination ou une portion de feuille, et cela d'heure en heure, sans interruption, pendant un temps aussi long qu'on le désire, et aussi d'évaluer l'absorption de CO^2 la plus active, même pour des périodes qui ne dépassent pas 15 minutes, par la même surface foliaire; grâce à cet appareil, on peut apprécier simultanément et séparément les quantités de CO^2 absorbées par les deux surfaces foliaires. Un courant d'air, contenant une quantité de CO^2 aussi petite qu'on la peut désirer, peut être constamment amené à une partie du tissu considéré, tandis que simultanément on fait des dosages du CO^2 exhalé par la respiration d'une autre partie de ce tissu dans un courant d'air, exempt de CO^2.

Le dosage du CO^2 se fait par la méthode bien connue de l'absorption par une solution de baryte qu'on titre par l'acide chlorhydrique. L'innovation consiste en ceci qu'une petite quantité de la solution de baryte (inférieure à 15 c. c.) est employée dans chaque expérience, et qu'après l'absorption toute la quantité dont on s'est servi est titrée dans le tube même où l'absorption a eu lieu. Les burettes contenant les solutions types sont toujours en communication avec le tube où se fait l'absorption par des voies où l'air ne peut pénétrer, et il ne pénètre pas d'air dans la chambre d'absorption qui ne soit purgé de CO^2, à l'exception du courant soumis à l'examen. Les deux courants d'air qui traversent constamment l'appareil sont produits par deux aspirateurs d'un type spécial qui, construits sur le principe de la bouteille de Mariotte, fournissent un écoulement goutte à goutte pratiquement constant, quel que soit le niveau de l'eau à leur intérieur, et sont adaptés à fonctionner régulièrement avec une vitesse d'écoulement très faible de 50 à 100 c. c. par heure. Les courants qui traversent l'appareil n'ont jamais à traverser une couche de liquide et sont si exactement, lorsqu'ils atteignent la plante, à la pression atmosphérique, que tout risque est évité d'extraire mécaniquement des gaz de la partie soumise à l'examen. L'air est privé de CO^2 au moyen d'une tour pleine de grains de verre où coule constamment un courant de solution

forte de potasse. Le générateur de CO^2 se compose d'un grand tube contenant des fragments de marbre, où le courant d'air passe à une vitesse constante, tandis que de l'HCl, très dilué, ruisselle sur ces fragments à une vitesse très lente, que des arrangements spéciaux rendent constante et indépendante des variations extérieures de température. Lorsque la quantité de CO^2 produite reste au-dessous de 2 %, le générateur fonctionne très régulièrement. Les récepteurs où sont placés les fragments de plante à étudier sont aussi petits que le permet la nécessité de garder en bon état ces fragments de plante, pour que les changements de composition du gaz soient aussitôt que possible sensibles dans le courant d'air qui va de ces récepteurs aux chambres d'absorption par des tubes étroits. Lorsque les dosages sont faits, et que le courant d'air ne passe plus à travers les chambres d'absorption, il passe à travers une colonne d'eau qui présente une résistance égale à celle de la solution de baryte dans la chambre d'absorption, ce qui permet à la vitesse du courant de demeurer constante. On arrive à une approximation suffisante dans les recherches dont il s'agit par l'emploi de solutions normales au 20°. On se sert comme de réactif coloré de la phénolphtaléine, et des réactions spécialement délicates peuvent être obtenues pour marquer la fin du titrage, puisqu'on s'est débarrassé de tout le CO^2 atmosphérique. Les burettes, étroites et graduées en $\frac{1}{10}$ de c. c., peuvent être lues au $\frac{1}{100}$ c. c. avec un dispositif simple pour éviter la parallaxe. Des séries de dosage de contrôle ont été souvent faites avec des erreurs qui ne dépassaient pas 0.1 %. Cela correspond à $\frac{1}{200}$ c. c. de CO^2. Dans des expériences de courte durée, $\frac{1}{50}$ c. c. de CO^2 peut être dosé avec assez d'exactitude pour qu'on tire des conclusions fermes.

II. L'acide carbonique pénètre-t-il dans la feuille et en sort-il par les stomates ou à travers la cuticule? C'est là une question que les traités récents de botanique résolvent de la manière la plus diverse. Les travaux de Graham, de Frémy, de Barthélemy, de Boussingault, avaient amené à penser que c'était à travers la cuticule que se faisaient les échanges gazeux; les expériences de Mangin (1888) sur la cuticule isolée ont établi, en revanche, que cette diffusion est impuissante à rendre compte de la totalité des échanges gazeux de la feuille. Grâce à l'appareil décrit plus haut, on a pu évaluer les quantités de CO^2 émises ou absorbées par les deux faces de la même feuille, placées dans les mêmes conditions. De nombreuses expériences sur la respiration de diverses feuilles épaisses et minces, n'ayant des stomates que sur une de leurs faces, ou des stomates diversement distribuées sur les deux faces, s'accordent à montrer que les stomates sont le siège de l'exhalation du CO^2. Quand il n'y a pas de stomates à la face supérieure d'une feuille, elle n'exhale pas par cette surface de CO^2, ou, du moins, n'en exhale que des traces. Quand il y a des stomates sur les deux faces, les quantités relatives de CO^2 sont proportionnelles au nombre de stomates sur chaque face. Les expériences sur l'absorption du CO^2 donnent les mêmes résultats. Une expérience très simple montre que les stomates sont, pratiquement, la seule voie par où le CO^2 pénètre dans la feuille. Si l'on enduit de cire une partie de la face inférieure d'une feuille dont la face supérieure ne porte pas de stomates, il ne se forme pas d'amidon dans cette partie de la feuille, tandis qu'il s'en forme dans les parties avoisinantes. La théorie de l'échange cuticulaire avait trouvé son appui le plus solide dans les expériences de Boussingault, qui avait montré que, dans des conditions identiques, des feuilles de *Nerium Oleander* assimilaient moins de CO^2 quand la face supérieure, qui ne porte pas de stomates, avait été couverte d'un enduit, que lorsque cet enduit était appliqué sur la face inférieure qui est stomatifère. Mais il faut remarquer que Boussingault plaçait les feuilles dans une atmosphère contenant 30 % de CO^2. Or, l'assimilation du CO^2 ne se fait bien, pour cette feuille, que dans une atmosphère qui en contient de faibles quantités, de sorte que si, lorsque les stomates restaient ouverts, la décomposition du CO^2 était moins active, c'était non pas parce qu'il pénétrait dans la feuille une moindre, mais, au contraire, une plus grande quantité de ce gaz. Dans une atmosphère qui ne contient qu'une faible proportion de CO^2, la feuille dont les stomates sont ouverts décompose une plus grande quantité de ce gaz que celle dont les stomates sont bouchés. L'auteur est arrivé à la conclusion que, dans les conditions normales, les stomates sont pratiquement la seule voie par où le CO^2 pénètre dans la feuille ou en sort. Puisque l'oxygène diffuse plus facilement que le CO^2 à travers les petites ouvertures, le même fait se vérifie probablement pour l'oxygène et pour tous les échanges gazeux. Dans des conditions anormales, lorsque les stomates ou espaces intercellulaires sont bouchés et que la tension du CO^2 dans l'atmosphère qui environne la feuille est assez grande, le CO^2 peut passer par osmose à travers la cuticule. La fermeture des stomates, qui se produit dans l'obscurité, n'empêche pas la distribution des échanges gazeux de concorder avec celle des stomates. L'exhalaison de CO^2 par une branche feuillue placée en pleine lumière (expérience de Garreau) n'est due qu'aux imperfections des conditions, à l'existence de parties non encore mûres, de tissus qui ne sont pas suffisamment verts ou qui ne sont point suffisamment éclairés. Des feuilles vertes, mûres, isolées des autres parties de la plante et complètement éclairées assimilent tout leur CO^2 respiratoire et n'en exhalent jamais, en si faible quantité que ce soit.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 25 Janvier 1895.

M. **Medley** a fait une étude des lampes à incandescence, dont voici les principales conclusions. Les lampes actuellement employées donnent un nombre de bougies qui augmente à mesure que la lampe sert depuis plus longtemps; une lampe Édison-Swan, qui est marquée 100 volts, 8 bougies, donne à 100 volts un éclairement moyen de 10 bougies (anglaises), et la puissance moyenne dépensée par bougie est environ 43 watts; de sorte que la lampe consomme 43 watts; avec les lampes de ce type, il ne devient jamais économique d'enlever une lampe et de la mettre de côté avant que le filament n'ait brûlé; on n'a pas d'économie notable en les poussant. M. **Ayrton** attribue l'amélioration des lampes à l'usage, à ce fait que le vide y devient de plus en plus parfait.

MM. **Anderson** et **Mc Clelland**: Sur le maximum de densité de l'eau et son coefficient de dilatation au voisinage de cette température. On a employé le thermomètre à liquide (le dilatomètre) contenant une quantité de mercure telle que, dans l'intervalle de température étudié, le volume intérieur occupé par l'eau reste bien constant. On observe dès lors la dilatation réelle et non la dilatation apparente. On a fait des expériences à diverses pressions. Pour la température du maximum de densité :

A 1 atmosphère, on a trouvé	.....		4°,1844 C
A 1½	—	—	.....	4°,1823
A 2	—	—	.....	4°,1756

M. Rhodes estime qu'on n'a pas pris des précautions suffisantes pour le calibrage du thermomètre, et ne croit pas que la température soit connue dans ces expériences, à moins d'un dixième de degré.

Séance du 8 Février 1895.

On procède au renouvellement du Bureau. M. le **capitaine Abney** est nommé président.

M. **Croft** présente quelques appareils à banc d'optique, polariscopes, etc. — M. **Skinner** : Sur la pile à étain et chlorure chromique. C'est une pile qui a été étudiée par M. **Case**, de New-York : elle a été présentée comme ne donnant pas de f. é. m. à la température ordinaire, mais en ayant une notable à 100°. L'auteur a trouvé que, directement reliée à un galvanomètre, elle ne donne rien en effet à la température

ordinaire, et donne quelque chose à 100°; mais sa f. é. m., mesurée par la méthode de Poggendorff, est 0 volt 44 à 15° C, et 0 volt 40 à 97°. La pile primitive consistait en une lame d'étain et une de platine plongées côte à côte dans une solution de chlorure chronique; les piles étant reliées, on a la réaction :

$$Cr^2Cl^6 + Sn = 2CrCl^2 + SnCl^2$$

Quand on détache les pôles, et que la pile se refroidit, il se produit la réaction inverse. L'auteur a substitué à l'étain un amalgame d'étain.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

MM. **Arthur L. Ling** et **Julian L. Baker** ont étudié l'octacétylmaltose $C^{12}H^{14}(OC^2H^3O)^8O^3$, qu'ils ont préparée par l'action de l'anhydrique acétique et de l'acétate anhydre de sodium sur la maltose portée à l'état d'ébullition. Ils en décrivent les propriétés et donnent son pouvoir rotatoire : $(\alpha)_D = +62,22$ pour le corps dissous dans le chloroforme, et $(\alpha)_D = +59,34$ pour le corps dissous dans l'alcool. — Les mêmes auteurs communiquent leurs recherches relatives à l'action de la diastase sur l'amidon. L'analyse et les déterminations cryoscopiques attribuent au corps ainsi obtenu la formule $C^{12}H^{22}O^{11}$; son pouvoir rotatoire est $(\alpha)_D = 143$. Toutefois, d'après l'examen des autres propriétés de cette substance, on peut lui donner pour formule : $C^{12}H^{20}O^{10} + H^2O$. — M. **Martin O. Forster** a étudié l'action de l'acide azotique fumant sur les dérivés du dibromocamphre. Dans cette réaction, il y aurait départ de deux atomes d'hydrogène que remplacerait un atome d'oxygène. Le corps obtenu, soumis à l'analyse, correspond à la formule $C^{10}H^{12}Br^2O^2$. — M. **E. Diners**, F.R.S., a préparé le sulfate acide d'hydroxylamine $AzH^2OHH^2SO^4$ par l'action du chlorhydrate d'hydroxylamine cristallisé sur l'acide sulfurique pris en quantité calculée. Le produit est ensuite chauffé plusieurs heures à 100° pour chasser l'acide chlorhydrique, puis abandonné sous le dessiccateur jusqu'à cristallisation. — M. **S. Hada**, en traitant un nitrate de mercure par l'hypophosphite de potassium, a obtenu un précipité instable d'un sel double de nitrate et hypophosphite de mercure $HgH^2PO^2,HgAzO^3,H^2O$. Ce sel fait explosion à 100°. De la même manière, il a pu préparer l'hypophosphite de bismuth $Bi(H^2PO^2)^3H^2O$. — M. **A.-G. Perkin** fait une communication sur le *Kamala*. — M. **Mac-Laurin**, dans ses recherches relatives à l'action du cyanure de potassium en solution aqueuse sur l'or et l'argent en présence de l'oxygène, a trouvé que les quantités d'or et d'argent dissoutes par une solution donnée de cyanure sont proportionnelles aux points atomiques de ces métaux. Les grandes variations de solubilité de l'or et de l'argent, dans une solution de cyanure, peuvent s'expliquer par le fait que la solubilité de l'oxygène dans les solutions de cyanure diminue à mesure qu'augmente la concentration. — M. **William J. Pope** est arrivé, par l'étude des formes cristallines, à caractériser les isomères de l'acide diméthylpimélique que l'on avait pu distinguer déjà par l'étude de leurs propriétés chimiques. — MM. **W.-R. Hodgkinson** et **A.-H. Coote** ont fait réagir le magnésium en poudre sur quelques composés de la phénylhydrazine et plus spécialement sur l'acétylphénylhydrazine et la benzoylphénylhydrazine. Ce dernier corps donne, lorsqu'on le traite par le magnésium et qu'on le chauffe dans une cornue, une série de produits de décomposition parmi lesquels on a trouvé l'hydrogène, l'azote, l'ammoniaque, du benzène, de l'aniline et du benzoate d'ammonium. — M. **R.-M. Delley** : Relation entre les équivalents de réfraction et éléments, et la loi périodique. — M. **J. Normann Collie** a étudié l'action de la chaleur sur le β amidocrotonate d'éthyle. En distillant ce corps, le produit qui se forme le plus abondamment est l'éthoxylutidine :

$$2C^6H^{11}AzO^2 = C^3H^{13}AzO + AzH^3 + CO + CO^2 + C^2H^4.$$

La réaction donne également naissance à une petite quantité de diméthylpyrrol et à un dérivé de la série pyridique. On n'a pu diazoter le β amidocrotonate par l'acide chlorhydrique et le nitrite de sodium; toutefois, l'action des vapeurs nitreuses a fourni un produit d'addition :

$$C^6H^{11}AzO + AzO + H^2O = C^6H^{11}AzO^3.$$

M. M. **Haya** et **Y. Osaka** communiquent leurs travaux sur l'acidimétrie de l'acide fluorhydrique. — Mlle **C. Wulker**, à la suite de ses recherches sur les anciens objets d'art en argent provenant du Pérou, croit pouvoir déduire qu'ils étaient faits avec de l'argent natif. — Mlle **F.-T. Litleton** a étudié les changements moléculaires subis par l'argent lorsqu'on en fait l'amalgame. — M. **W.-H. Perkin** junior a préparé les principaux dérivés de l'acide sulfocamphylique; il en décrit les propriétés et les modes de préparation. — M. **W. Mac-Callum** junior a pu préparer plusieurs nouveaux dérivés de l'éthylorthotoluidine. — MM. **Wyndham R. Dunstan**, F.R.S., et **Francis H. Carr** ont continué l'étude des dérivés de la benzoconine et de l'aconitine; ils communiquent les résultats relatifs à la diacétyl et à la triacétylaconitine, au bromhydrate de pyraconitine et à l'aconine. — MM. **Wyndham R. Dunstan**, F.R.S., et **H.-A.-D. Jowet** : Sur quelques chlorures d'or de l'aconitine; les auteurs attribuent à ces corps la formule : $C^{33}H^{45}AzO^{12},AuCl^4$.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 24 Janvier 1895.

M. le vice-président annonce que M. **Jos. Treik** a institué l'Académie des Sciences sa légataire universelle.

1° Sciences physiques. — M. **Weisaek** envoie les photographies partielles de la lune représentant Linné et Triesnecker. — M. **R. Wegscheider** a déterminé les constantes d'affinité des acides polybasiques et de leurs éthers non acides. Le même auteur communique ses recherches sur les constantes physiques de l'acide hémipinique et la formation de ses éthers, il discute l'asymétrie des deux fonctions acides de ce corps. — M. **Félix Pollak** : Sur l'éther éthylique de l'acide nicotique et sa transformation en β-amidopyridine, $C^5H^6Az^2 + 2HCl$.

2° Sciences naturelles. — M. **Alfred Nalepa** : Nouveaux microbes de la bile (11e communication).

Séance du 7 Février 1895.

1° Sciences physiques. — M. **Victor Schumann** : Sur la photographie des rayons de petite longueur d'onde. — M. **Fortner** : Notice sur la cinchotenine. — M. **G. Pum** : Action de l'acide iodhydrique sur la cinchotine et l'hydroquinine. — M. **Skraup** : Sur la cinchotine et la cinchotenine. Traitée par PCl^5, la cinchotenine donne un chlorure d'acide correspondant à un acide carboxylique; la cinchonine contient un groupe vinyle. — M. **K. Brünner** : Nouveau mode de formation du 2,3 diméthylindol par l'acide isobutyrylformique et préparation de son dérivé nitrosé et du picrate. — M. **Haiser** : Etude de l'acide inosique. L'auteur attribue à cet acide la formule $C^{10}H^{15}AzPO^9$; il possède trois fonctions acides distinctes auxquelles correspondent des sels mono et bibasiques bien cristallisés. L'étain et l'acide chlorhydrique le dédoublent en sarcine, acide phosphorique et acide trioxyvalérianique. — M. **Liebermann** : Formule des dérivés de la quercétine. — M. **Paul Cohn** : Sur quelques dérivés du phénylindoxagène (2e communication) et sur la formation de l'oxyde de cyclophénylenbenzylidène.

Paris. — Imprimerie F. Leve, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA THÉORIE CHIMIQUE DE LA VISION

L'excitation des nerfs est certainement un des phénomènes les plus curieux de la physiologie ; l'étude de cette question se présente dès l'abord sous deux aspects. Il faut rechercher quels sont les divers excitants d'un nerf déterminé et voir si l'effet produit varie avec la nature de l'excitation ; cette considération a conduit Jean Muller à la doctrine de l'énergie spécifique des nerfs, d'après laquelle l'excitation d'un nerf produit, à une question de degré près, toujours le même effet. Pour que cet énoncé soit rigoureusement exact, il faut ajouter : « en admettant que le nerf soit dans ses connexions normales. » Dans ces conditions, un nerf moteur excité d'une façon quelconque produit toujours la contraction musculaire, le nerf auditif, la sensation sonore, le nerf optique, la sensation lumineuse, etc. En second lieu, il faut se demander si tous les nerfs, quels qu'ils soient, peuvent être excités par les mêmes procédés. En général, un nerf quelconque est sensible aux actions mécaniques, électriques, chimiques, calorifiques ; il n'y a d'un nerf à un autre qu'une question de degré. Au premier abord, les nerfs de sensibilité spéciale semblent échapper à cette loi ; outre les excitants ordinaires applicables à tout nerf, chacun d'eux entre en jeu sous une action spéciale : le nerf auditif sert à percevoir les sensations sonores, le nerf optique la lumière, etc. ; mais, en y regardant de plus près, on constate que l'action du son peut être purement mécanique et que les causes des sensations olfactives ou gustatives sont très analogues aux excitations chimiques. — Reste donc le nerf optique qui seul paraît sensible aux radiations lumineuses ; nous allons voir ce qu'il faut penser de cette exception.

Faisons d'abord remarquer que l'exception n'est pas aussi absolue qu'on pourrait le croire. Il résulte, en effet, de certaines expériences de d'Arsonval que les radiations lumineuses peuvent, dans certaines conditions, influencer l'excitation des nerfs moteurs. Mais, de plus, il semble que la lumière n'excite pas directement le nerf optique. En tout cas, elle n'agit pas sur ses fibres en un point quelconque de leur trajet ; car la papille, qui est formée par leur entrée dans le globe oculaire, correspond précisément à une tache aveugle dans le champ de la vision. Il y a plutôt lieu de se demander si, entre l'arrivée de la lumière sur la rétine et l'excitation du nerf optique, il n'y aurait pas quelque action intermédiaire ramenant l'excitation à l'un des modes précédents [1].

[1] Les anatomistes assignent dix couches à la rétine : la plus interne est formée par l'épanouissement des fibres du nerf optique, les plus externes par la terminaison de ces fibres et un revêtement cellulaire. L'épaisseur de la rétine de l'homme est d'environ 0 millimètre 4 au pôle postérieur de l'œil ; de là elle diminue régulièrement jusqu'à l'*orra serrata*, où elle n'est plus que de 0 millimètre 1. L'*orra serrata* limite la rétine un peu en avant de l'équateur de l'œil. Le nerf optique, en entrant dans le globe oculaire en dedans et un peu en dessous de son pôle postérieur, traverse toute l'épaisseur de la rétine, puis ses fibres s'épanouissent en formant la couche interne de 10 μ d'épaisseur environ. Les fibres se recourbent ensuite vers l'extérieur et, par une série d'intermédiaires, vont se terminer dans la couche des cônes et des bâtonnets, membrane de Jacob, épaisse de 50 μ environ. C'est la neuvième couche ; elle est revêtue par des cellules pigmentaires dans lesquelles

I

Déjà, en 1842, Moser avait comparé l'action de la lumière sur la rétine à l'impression de la plaque photographique ; les travaux de Niepce et de Daguerre venaient de paraître, et le rapprochement était trop séduisant pour ne pas être tenté. Cependant Moser n'apportait aucun argument sérieux à l'appui de son idée. Talma, élève de Donders, fit de vains efforts dans une voie analogue, supposant dans la rétine une ou plusieurs substances susceptibles d'être modifiées sous l'action de la lumière, et qui, par leur décomposition ou leur recombinaison, exciteraient les terminaisons du nerf optique. Héring admettait les deux processus produisant, comme nous le verrons plus loin, des effets complémentaires. Mais toutes ces théories manquaient de base : on cherchait en vain la substance qui se modifiait.

Depuis longtemps, les anatomistes avaient attiré l'attention sur diverses productions colorées de la rétine ; outre les granulations des cônes des Oiseaux, dès 1839 Krohn avait signalé un pigment rouge dans les bâtonnets des Céphalopodes ; Leydig avait observé des faits analogues chez les Insectes et Schultze chez l'écrevisse. Mais, chez les Vertébrés, on ne connut pendant longtemps que les globules colorés des cônes. En 1851, H. Müller constata le premier, chez la grenouille, que les bâtonnets de la rétine étaient parfois rouges ; Leydig trouva que la rétine fraîche du même animal présentait parfois des reflets satinés rouges (1857). Enfin Schultze signala la même couleur chez un Mammifère, le rat, et dans les cônes du hibou. Mais ces faits isolés n'étaient connus que de fort peu de savants ; ils n'avaient pas cours dans la science ; aussi Boll fit-il une véritable découverte, lorsqu'en 1876 il signala dans les bâtonnets de la grenouille une couleur rouge qui se modifiait sous l'influence de la lumière. Ce qui fit entrer la question dans une phase nouvelle, c'est qu'il établit que cette couleur était constante chez les grenouilles tenues à l'obscurité. La rétine des animaux restés à la lumière était plus pâle, elle était incolore chez ceux tenus au soleil. On pouvait d'ailleurs suivre la décoloration sur des rétines extirpées à des grenouilles conservées à l'obscurité ; car chez ces animaux le phénomène peut mettre plusieurs minutes à se produire. Chez les Mammifères il est rapide et a lieu dans l'œil même, quelques instants après la mort.

Le fait capital établi par Boll fut que chez les grenouilles ensoleillées la couleur se reproduisait à l'obscurité ; mais il ne put dire si ces phénomènes étaient dus à une matière colorante ; il fut plutôt porté à l'attribuer à la structure lamellaire des bâtonnets, et, en fait, il ne se prononça pas catégoriquement.

En 1871, Holmgreen avait observé qu'en appliquant deux électrodes sur une rétine, il obtenait pendant plusieurs heures des alternances de courant en portant cette rétine à la lumière ou à l'obscurité ; les années suivantes Dewar avait fait une étude assez complète de ces phénomènes électriques, étudiant l'effet des diverses radiations et variant les conditions de l'expérience.

En rapprochant ce fait de ceux découverts par Boll, il y avait tout lieu de supposer qu'ils tenaient tous à des modifications, sous l'influence de la lumière, d'une substance chimique ; mais il était réservé à Kühne de trancher la question après l'avoir étudiée sous toutes ses faces, dans les années qui suivirent immédiatement la découverte de Boll. Pour faire cette démonstration, Kühne chercha à isoler cette substance [1] ; il y parvint au moyen d'une solution de bile ou de cholate de soude. Voici le manuel opératoire qu'il recommande :

On se procure une solution alcoolique de fiel de

les terminaisons du nerf optique sont plus ou moins enfoncées. Ces cellules ont un noyau dans leur portion externe

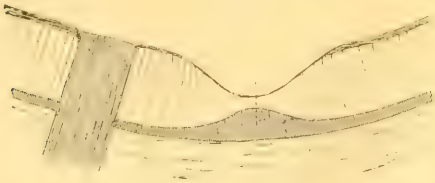


Fig. 1. — *Coupe schématique de la rétine passant par la papille et la fosse centrale.*

incolore, et du pigment dans leur portion interne se prolongeant par des filaments entre les bâtonnets. Puis vient la choroïde. Au pôle postérieur de l'œil il se produit une modification remarquable de la rétine. Les bâtonnets disparaissent peu à peu, tandis que les cônes s'allongent et diminuent d'épaisseur. Finalement la membrane de Jacob a doublé, en même temps les autres couches ont diminué, de sorte qu'à la face interne de l'œil il en est résulté une dépression, c'est la fosse centrale ou *fovea centralis* ; elle ne contient que des cônes. Cette fosse centrale se trouve au milieu d'une région pigmentée jaune, portant pour cela le nom de tache jaune ou *macula lutea*. L'entrée du nerf optique forme la papille, tache blanche très visible à l'ophtalmoscope, insensible à la lumière et nommée *punctum cæcum*. La *fovea centralis*, au contraire, est l'endroit où l'acuité visuelle, c'est-à-dire la faculté de percevoir les détails, est la plus parfaite. Cette acuité va en diminuant jusqu'à l'*ora serrata*.

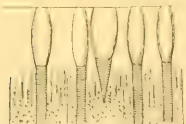


Fig. 2. — *Cône, bâtonnets et cellules pigmentaires.*

[1] Pourpre rétinien. Pourpre visuel. Sehpurpur. Rhodopsine. Erythropsine.

bœuf cristallisé ; au moment de faire une expérience, on en prend une certaine quantité, on chasse l'alcool au bain-marie et on fait une solution aqueuse du résidu de 2 à 5 °/₀. Ce liquide jouit de la propriété de dissoudre le pourpre rétinien ; il ne se conserve pas comme la solution alcoolique. Cela fait, il faut choisir judicieusement l'animal qui servira à l'expérience. La grenouille convient particulièrement ; son pourpre, étant moins sensible à la lumière que celui des Mammifères, nécessitera moins de précautions, et son observation à la lumière du jour sera plus facile. Il faut, d'ailleurs, se tenir en garde contre une source d'erreur : toutes les rétines ne donnant pas des solutions exemptes d'hémoglobine, celles de la grenouille, du crapaud, de la salamandre, du hibou, sont très favorables, les globules du sang de ces animaux ne se disolvant pas facilement dans la bile. Le lapin et le cheval peuvent aussi servir, à la condition d'exciser l'aire vasculaire : car, en dehors d'elle, la rétine ne contient pour ainsi dire pas de vaisseaux. Il importe, bien entendu, de maintenir ces animaux à l'obscurité et de n'employer que des rétines aussi fraîches que possible.

Supposons que l'on ait choisi la grenouille ; malgré la moindre sensibilité de son pourpre rétinien, il faudra éviter la lumière du jour. Le mieux est de se placer dans une chambre noire, et de s'éclairer avec un brûleur de Bunsen contenant un fragment de chlorure de sodium ; la lumière jaune qui en résulte, quoique n'étant pas absolument inactive, agit assez peu pour permettre de faire toutes les expériences dont nous parlerons dans la suite. On enlève les rétines ; pour cela, il suffit de faire une section circulaire de l'œil suivant un plan perpendiculaire à l'axe optique et d'exciser la papille. On saisit ensuite ces rétines par le bord avec une petite pince et on les place dans la solution indiquée plus haut. Kühne recommande de prendre 1 centimètre cube de liquide pour 20 à 30 rétines. De temps en temps on agite doucement ; au bout d'une heure on laisse reposer quelques heures, et on passe sur un filtre très fin en décantant. Le résidu sera lessivé, ce qui donnera des solutions plus étendues, utiles pour certaines études. Si l'on veut des solutions plus concentrées, on ne peut les obtenir en augmentant le nombre des rétines, mais en évaporant dans le vide en présence de l'acide sulfurique. La solution est généralement transparente ; parfois cependant des corps en suspension la rendent légèrement louche. Portée à la lumière du jour, elle a une belle couleur rouge, puis passe au jaune et devient finalement incolore comme de l'eau. Si la concentration dans le vide est poussée assez loin, il se dépose une espèce de vernis très hygrométrique, ayant la couleur du carmin ammoniacal, et dans lequel le microscope permet de reconnaître des particules violettes presque noires.

En étendant d'eau les solutions, il ne se produit pas de décomposition ; car, par concentration dans le vide, on peut leur rendre toutes leurs propriétés primitives. En concentrant ainsi, on voit la couleur virer de plus en plus au pourpre violet ; cela permet d'expliquer en partie la différence de teinte de la rétine des divers animaux, la longueur des bâtonnets variant avec les espèces, ce qui correspond à une variation de concentration. Cependant, il y a encore une autre cause, car chez le mouton et chez l'homme où les bâtonnets sont très courts, la rétine tire cependant fortement sur le violet ; tous les pourpres ne sont pas identiques entre eux.

Les solutions de pourpre rétinien ne se conservent pas, elles moisissent et se putréfient rapidement sans perdre leur couleur. On peut retarder ces effets par l'addition de 2 à 3 °/₀ de benzoate de soude, mais jusqu'ici on n'a pu les éviter complètement. Cela tient évidemment au manque de précautions ; aujourd'hui on arriverait certainement à conserver les solutions inaltérées en les recueillant d'une façon aseptique et maintenant leur stérilité. Par dialyse, la solution biliaire passe incolore ; il reste sur le diaphragme un magma rouge aussi sensible à la lumière que la rétine elle-même.

Kühne a fait une étude très complète de l'action des divers réactifs sur le pourpre rétinien ; les uns retardent sa transformation, les autres le fixent plus ou moins, mais, ces propriétés n'ayant qu'un intérêt secondaire au point de vue où nous nous plaçons, je signale le fait sans insister davantage. Nous verrons cependant plus loin que la possibilité de cette fixation a permis de faire certaines expériences importantes.

Les transformations du pourpre rétinien sont accompagnées de phénomènes de fluorescence, qui pendant longtemps ont paru d'un intérêt secondaire. Nous verrons plus loin que, suivant Parinaud, ils jouent, au contraire, un rôle de premier ordre dans certains actes de la vision.

II

Voyons maintenant d'un peu plus près comment le pourpre rétinien se comporte vis-à-vis de la lumière. Nous avons déjà dit que la solution rouge passe au jaune, puis se décolore. Ce passage du rouge au jaune par des teintes intermédiaires ne résulte pas d'une moindre teneur en pourpre rétinien par suite de la décoloration d'une partie de celui qui se trouvait dans le liquide ; car, si à l'obscurité on fait des solutions de plus en plus étendues, et qu'on vienne à les examiner au jour, on leur trouve une couleur pourpre, rouge, carmin,

rose, lilas. Elles passent par toute la gamme des rouges et des roses ; jamais elles ne virent à l'orangé ou au jaune. Il y a donc formation d'un produit intermédiaire, le jaune rétinien (*Sehgelb*).

Pour se rendre un compte plus exact des propriétés optiques de ces deux corps, le pourpre et le jaune rétiniens, Kühne fit une étude spectroscopique de leurs dissolutions. Pour cela, il plaçait le liquide devant la fente du collimateur dans une petite cuve d'épaisseur décroissante de haut en bas ; il avait ainsi dans le champ l'absorption produite par diverses épaisseurs de solution. Le résultat de ces observations est représenté dans la figure 3.

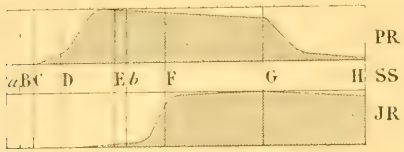


Fig. 3. — *Spectres d'absorption du pourpre et du jaune rétiniens.* — PR : Courbe d'absorption du pourpre rétinien. — SS : Spectre solaire, raies de Frauenhöfer. — JR : Courbe d'absorption du jaune rétinien.

On voit que l'on n'a pas de bandes caractéristiques comme celles que présentent les solutions d'hémoglobine, par exemple. Au début de l'expérience, alors que le liquide ne contient encore que du pourpre, le spectre d'absorption peut être sensiblement représenté par la première courbe ; la lumière agissant, on passe peu à peu à la deuxième : à ce moment la solution est jaune franc. Puis tout disparaît, la décoloration se produisant.

Le pourpre rétinien en place sur la rétine se comporte-t-il comme la solution ? Pour s'en assurer, Kühne formait un spectre dans une chambre noire, et promenait, dans les diverses régions de ce spectre, une rétine de grenouille couverte de son pourpre, qu'il observait par transparence. Ou bien, ce qui permettait certainement mieux la comparaison, il plaçait dans les différentes régions du spectre des rétines de grenouille aussi semblables que possible, et, à côté de chacune d'elles, il mettait une goutte de la solution de pourpre comprise entre deux lames de verre. L'effet produit par le pourpre, en place sur la rétine ou en solution, était sensiblement le même, autant du moins qu'il est possible de le juger dans une expérience de ce genre.

Un fait très important est que la décomposition du pourpre se produit d'autant plus rapidement que l'absorption est plus grande.

Voici les chiffres approximatifs que donne Kühne pour la rapidité de décomposition du pourpre dans les diverses régions du spectre.

Du Jaune verdâtre à l'Indigo.	2 à 10 minutes.
Jaune	20 —
Orange et Violet	30 —
Ultra-violet	45 —
Rouge	encore plus.

De même, la loi de décomposition du jaune rétinien est sensiblement la même que la loi d'absorption ; ici l'observation est plus facile que pour la décomposition du pourpre : car, dans ce dernier cas, dès l'apparition des premières traces de jaune, on a affaire à une superposition de deux phénomènes qui ne suivent pas la même loi. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les courbes tracées plus haut (fig. 3), pour voir que certaines radiations agissent exclusivement sur le pourpre, d'autres sur le jaune, d'autres enfin sur les deux substances à la fois. Lors de l'action de radiations complexes, l'effet total doit être égal à la somme des effets dus à chaque radiation, et Kühne fait remarquer que l'on est tenté d'admettre, à l'inspection des courbes, que la sensation de lumière blanche provient de la décomposition simultanée du pourpre et du jaune. En effet, en prenant des radiations complémentaires, on voit qu'en général l'une au moins agit sur le pourpre, l'autre sur le jaune ; aucune des deux substances n'échappe. Mais il y a des combinaisons complémentaires qui font exception à cette règle, par exemple rouge et vert bleu ; le rouge n'agit sur aucune des deux substances, par conséquent le vert bleu seul et le blanc qui résulte de son mélange avec le rouge agissent de la même façon sur les deux substances rétiniennes. Il faut renoncer à cette explication de la perception du blanc.

III

Après cette étude, il y avait tout lieu de supposer que le pourpre rétinien jouissait, dans l'œil vivant, des mêmes propriétés que celles décrites pour les solutions ou les rétines extirpées, et que, comme Moser en avait émis l'hypothèse, lors de la vision, le pourpre se décomposait dans les parties éclairées de la rétine, qui se comportait, au moins d'une façon passagère, comme une plaque photographique ; c'est ce que Kühne mit en évidence par une série d'expériences d'une élégance extrême.

Si, après avoir exposé à la lumière pendant un temps plus ou moins long une grenouille ou un lapin, on vient à enlever la rétine à la lumière du sodium, comme nous l'avons dit plus haut, on lui trouve des nuances variant depuis le pourpre jusqu'au blanc en passant par des tons orangé, chamois, jaune. Si maintenant, au lieu d'éclairer toute la rétine, on ménage certaines régions, il pourra se produire sur cette rétine de véritables photographies.

Voici le manuel opératoire indiqué par Kühne :

On extirpe, à la lumière du sodium, l'œil d'un lapin conservé à l'obscurité, et on le fixe, la pupille en haut, au fond d'une boite cylindrique noire, d'environ 50 centimètres de diamètre et de 25 centimètres de hauteur. La boite est couverte par un verre dépoli sur lequel on figure avec du papier noir le dessin à reproduire; par exemple, on collera parallèment les unes aux autres des bandes de 4 à 5 centimètres de largeur espacées d'autant. Par-dessus la plaque de verre on met un couvercle noir. On porte l'appareil au grand jour, de préférence à ciel ouvert, et, suivant la lumière, — ceci est une question d'expérience, — on le découvre pendant un temps variable de 2 à 7 minutes. L'œil, placé dans l'eau salée, est ouvert à la lumière du sodium et examiné au grand jour. Pour bien enlever la rétine, l'œil est coupé en deux suivant l'équateur; puis on le place sur une lame de plomb, et on découpe la papille à l'aide d'un emporte-pièce d'environ 3 millimètres de diamètre. Au moyen d'une petite pince, la rétine s'enlève facilement. On la dépose sur une petite bille de marbre collée sur une lame de verre. Pour rendre l'examen plus facile, on peut, avant d'enlever la rétine, placer pendant vingt-quatre heures dans une solution d'alun à 4 %, l'œil partagé en deux, puis, la rétine étant sur la bille de marbre, laisser sécher à l'obscurité pendant une semaine environ. La sensibilité au jour est alors considérablement diminuée : l'optogramme, — c'est le nom donné par Kühne à ces sortes de photographies, — est fixé.

Pour obtenir de bons optogrammes chez les animaux vivants, il faut disposer d'une chambre noire avec lumière venant d'en haut par un manchon descendant jusqu'à 30 centimètres environ de la table de travail.

Sur la partie inférieure de ce porte-lumière on pourra mettre une plaque en verre dépoli portant un dessin, des verres de couleur ou une planche noire opaque. Dans l'installation de Kühne, l'ouverture inférieure avait 45 centimètres de largeur sur 55 de longueur avec cinq espaces clairs et quatre noirs servant de dessin. Le porte-lumière doit être blanc à l'intérieur, noir dans la salle de travail, qui n'est éclairée que par la lumière du sodium; à 25 centimètres au-dessous de son ouverture inférieure, il y a un repère pour la position de l'œil de l'animal. Pour le maintenir immobile, on pourra employer le curare avec respiration artificielle ou fixer l'œil à l'aide de fils passés dans la conjonctive et la sclérotique. On pourra aussi dilater la pupille par l'atropine, on évitera ainsi en même temps les variations d'accommodation. Après un temps convenable d'exposition, 10 secondes à 7 minutes, on décapite l'animal et on opère comme plus haut.

L'expérience réussit aussi sur la grenouille; outre l'avantage qui en résulte au point de vue économique, on peut, pour certaines recherches, en tirer des renseignements intéressants, cet animal ayant de très grands bâtonnets; mais il se présente quelques difficultés. Entre autres, il faut dans ce cas un éclairage fort long, et il est très difficile, après l'action de la lumière, d'enlever la rétine sans entraîner, avec la couche des cônes et des bâtonnets, des cellules pigmentaires, dont la couleur sombre est fort gênante. L'éclairage au soleil, qui permettrait d'abréger l'opération, ne donne pas de bons résultats; on n'obtient que des images diffuses : il faut se résigner à opérer à la lumière indirecte et à allonger le temps de pose. D'ailleurs, pour éviter les entraînements de pigment, il faut un éclairage le plus doux possible. Un procédé qui réussit aussi assez bien consiste à produire un œdème artificiel; la couche des cellules pigmentaires est alors moins adhérente à la membrane de Jacob; il suffit pour cela de curariser la grenouille et de la maintenir dans l'eau un certain temps. Parfois l'entraînement du pigment aux endroits impressionnés produit des optogrammes très nets; mais, même sans cela, dans les cas bien réussis, ces figures peuvent supporter des grossissements de 100 diamètres et rester visibles.

Les images que l'on obtient ainsi sont forcément petites, mais cependant très visibles à l'œil nu; ainsi les bandes de 5 centimètres de largeur placées à 25 centimètres d'un œil de lapin donnent sur la rétine des lignes de $1^{mm},5$; chez la grenouille, placées à 15 centimètres, elles ont $0^{mm},6$. Lorsque l'opération a été bien conduite, les clairs sont égaux aux noirs; un excès de pose donne des traits sombres plus minces, qu'on a même parfois peine à trouver. La rétine du lapin offre une bande horizontale plus riche en pourpre rétinien. C'est là une disposition favorable : car, par la différence entre cette zone et les zones voisines, on juge très bien de l'influence plus ou moins grande exercée par la quantité de cette substance. Pour avoir des images très régulières, Kühne recommande de choisir de préférence pour point de formation de ces images la région située au-dessous de la bande dont nous venons de parler, parce qu'elle est plus homogène que la partie supérieure. En examinant les couleurs produites dans ces optogrammes avec divers temps de pose, on trouve que le pourpre rétinien, dans l'œil vivant, se décolore comme il le fait sur la rétine isolée ou dans la solution biliaire On constate dans tous les cas qu'au cours de la décoloration il résulte du mélange du pourpre et du jaune rétiniens les teintes rouge, rouge brique, orange, chamois, jaune.

Au lieu d'employer la lumière blanche dans ces expériences, on peut faire usage de radiations

colorées. Après ses premiers travaux, Boll croyait que chaque lumière monochromatique colorait la rétine d'une façon spéciale, que la lumière blanche seule la décolorait complètement. Mais on constata bientôt, et Boll lui-même le reconnut, que le violet, le bleu et le vert pouvaient agir comme la lumière blanche; le jaune et le rouge parurent d'abord inactifs. En réalité, même le rouge, la moins active des radiations, peut, à la condition d'être assez intense, complètement blanchir la rétine. Ainsi, une grenouille placée en été sous des verres rouges, en plein soleil, perd tout son pourpre rétinien en deux heures environ; quand on enlève la rétine, elle est noire de pigment, mais le microscope permet de constater que les bâtonnets sont incolores. On a même pu faire des optogrammes en lumière rouge; il faut beaucoup de temps, et aux endroits atteints par la lumière la rétine est rouge, orange, chamois ou jaune. Si, au contraire, on se sert de radiations très réfrangibles, on obtient plus rapidement tous les phénomènes précédents, avec cette différence que les stades de décoloration se composent de la gamme des roses.

De cette étude, Kühne tire les deux conclusions suivantes très importantes :

1 — *Dans la rétine vivante ou isolée, il n'y a, par suite de la décomposition du pourpre rétinien, formation que d'un seul produit coloré, le jaune rétinien, qui, avec le pourpre non encore décomposé, donne à la rétine ses diverses couleurs.*

2 — *Dans la région du spectre très réfrangible, le jaune rétinien est décomposé aussi rapidement que le pourpre; la rétine se décolore alors par la gamme des roses, tandis que, dans la région moins réfrangible, elle passe par l'orangé, le chamois et le jaune.*

Ces deux conclusions du beau travail de Kühne sont irréfutables, elles ne font pour ainsi dire que résumer les résultats des expériences.

IV

Mais, quelle est l'influence de ces transformations du pourpre rétinien sur la vision? Est-ce bien par l'intermédiaire des modifications apportées par la lumière dans le pourpre ou le jaune rétinien, que le protoplasma des cellules visuelles est excité? Ce qu'il y a de certain, c'est que la décomposition du pourpre rétinien n'est pas consécutive à l'excitation. Elle n'est pas, par exemple, comparable à l'acidité des muscles après la contraction; car le phénomène se produit sur le pourpre isolé en solution. La propriété d'être sensible à la lumière ne suffit pas pour qu'une substance puisse être considérée comme visuelle, il faut au moins encore qu'elle soit située au bon endroit. Ainsi, le pigment jaune de la *macula*, qui est sensible à la lumière, ne peut cependant être considéré comme substance visuelle, car il se trouve dans les couches antérieures de la rétine et n'est pas en rapport avec la membrane de Jacob. Voyons donc où se trouve le pourpre rétinien.

Le pourpre rétinien se trouve seulement sur les bâtonnets des Vertébrés; par conséquent, chez tous les Invertébrés et chez les Vertébrés n'ayant que des cônes, la vision se fait sans que cette substance intervienne; c'est ce qui arrive, par exemple, chez les serpents. Mais, de plus, chez l'homme, c'est la *fovea* surtout qui donne la vision la plus parfaite : or, elle ne contient que des cônes, et, par suite, pas de pourpre, même après un long séjour à l'obscurité. Enfin, chez certains animaux, la poule, le pigeon et diverses chauves-souris, les bâtonnets eux-mêmes n'ont pas de pourpre. Par conséquent, si une substance chimique intervient d'une manière générale dans la vision, il faut admettre que dans certains cas cette substance peut être incolore.

S'il est vrai que chez certains animaux cette substance soit le pourpre rétinien, la vision doit être gravement troublée lorsqu'il disparaît : or, certaines expériences de Kühne ne semblent pas aboutir à cette conclusion.

En effet, des grenouilles ensoleillées attrapent en plein soleil des mouches avec une sûreté de saut que n'ont jamais les grenouilles aveugles; elles n'ont que des bâtonnets décolorés, peut-être leurs cônes leur suffisent-ils? En répétant la même expérience avec des lapins, qui n'ont pas de cônes, on constate qu'après l'action de la lumière la plus vive ils ne tombent pas d'une planche surélevée au-dessus du sol sans faire un saut; ils se promènent sans chute, en courant sur une étroite planchette. Toutes ces constatations démontrent qu'ils ont gardé la faculté de voir.

Donc, dit Kühne, la théorie chimique de la vision est obligée de supposer des substances visuelles incolores, ce qui ne veut pas dire que le pourpre rétinien ne puisse être une substance visuelle. Il est d'ailleurs difficile d'en supposer une seule, par suite des impressions si complexes que doit percevoir l'œil, comme intensité lumineuse et comme variété de coloration.

Aussitôt les conclusions de Kühne connues, le pourpre rétinien perdit une grande partie de sa valeur. L'enthousiasme provoqué par la découverte de Boll avait été trop grand: une réaction se produisit. Le fait qui parut le plus fâcheux fut l'absence du pourpre dans la *fovea;* certes, cette substance avait des propriétés remarquables, pouvait jouer dans l'œil un rôle peut-être important, mais comment en faire une substance visuelle, puisque c'était précisément là où elle manquait que la vision était le plus parfaite? D'ailleurs le travail

de Kühne paraissait si complet que peu d'expérimentateurs eurent l'audace de reprendre cette étude. Cependant les propriétés de cette substance étrange étaient trop curieuses pour ne pas exciter à nouveau la sagacité des anatomistes et des physiologistes. Certains d'entre eux persistèrent à en faire une substance visuelle, sans arriver à établir l'accord entre les divers phénomènes cités par Kühne; Beauregard émit une idée complètement différente : pour lui, le pourpre rétinien formerait un écran destiné à protéger les éléments délicats de la rétine contre les radiations les plus réfrangibles.

Le Professeur Charpentier, de Nancy, et M. Parinaud méritent une mention spéciale pour leurs recherches sur la sensibilité des diverses parties de la rétine. Ces travaux, publiés dans divers mémoires depuis plus de dix ans, quoique contenant parfois des opinions hypothétiques, mettaient en évidence des faits remarquables permettant de reprendre l'étude du rôle du pourpre rétinien et de discuter sur de nouvelles bases les objections de Kühne.

D'après Charpentier, il y aurait lieu de distinguer nettement la sensation purement lumineuse de la sensation chromatique. Lorsqu'on présente à l'œil une surface lumineuse de plus en plus intense, on passe de la première sensation à la seconde; ce passage se fait très rapidement dans la fovea, et l'écart augmente en dehors d'elle. La fovea est moins sensible aux sensations, aussi bien lumineuses que chromatiques, que ses environs immédiats; cet effet est surtout accusé pour le bleu.

Partant de là, un élève de Charpentier, Bernardy, a fait une tentative d'explication du rôle joué par le pourpre rétinien. Pour lui, ce pourpre servirait à la perception des sensations purement lumineuses ; mais il se demande s'il intervient dans les effets chromatiques. Encore il n'émet la première proposition que comme une hypothèse. Il est d'ailleurs fort gêné par l'absence de pourpre dans la *fovea*, et sur ce point ne peut se rallier à l'opinion de Kühne et de Donders. Bernardy fait remarquer que le pourpre rétinien peut être à un état de plus grande instabilité dans le voisinage du pôle postérieur de l'œil, où un réseau vasculaire très riche fait prévoir une grande activité dans les échanges, et que, si le pourpre est très rare dans la *fovea*, par contraste avec les régions voisines, cette partie peut sembler incolore; d'autant plus que la teinte rose très claire qu'elle aurait, serait masquée par la couleur jaunâtre des couches rétiniennes en avant de la *fovea*. Un fait qui viendrait à l'appui de cette hypothèse, c'est que Kühne n'a jamais pu voir de pourpre dans les bâtonnets du voisinage de la *fovea*. Peut-on admettre une telle différence entre ces bâtonnets et ceux qui se trouvent à faible distance [1]?

V

Trois auteurs viennent de faire paraître les résultats de leurs méditations et de leurs travaux sur le rôle du pourpre rétinien ; ce sont : Ebbinghaus (de Hambourg), Kœnig (de Berlin) et Parinaud (de Paris).

Le premier n'apporte aucun résultat expérimental nouveau ; il se sert de ceux des autres, cherchant à en tirer des conclusions. Kœnig, au contraire, inspiré par la lecture du Mémoire d'Ebbinghaus, entreprend une série de mesures sur l'absorption des radiations par le pourpre et le jaune rétiniens et cherche à interpréter leur rôle. A cet effet, il adopte la théorie de la vision des couleurs de Young-Helmholtz, tandis qu'Ebbinghaus utilise celle de Hering [2].

Quant à Parinaud, ses expériences sont orientées dans une voie peu explorée jusqu'ici; sa manière de voir sur l'utilité du pourpre rétinien et sur la vision des couleurs est absolument différente de celle des auteurs antérieurs, comme nous le verrons plus loin.

Mais examinons ces trois mémoires d'un peu plus près :

Celui d'Ebbinghaus, intitulé « Théorie de la Vision des couleurs », paru en 1893, est divisé en quatre parties, dont la troisième seule nous intéresse directement pour le sujet qui nous occupe.

---

[1] Je néglige en ce moment les travaux de Parinaud, cet auteur les ayant rapportés avec leurs conclusions dans un Mémoire de la plus haute importance, dont je parlerai plus loin.

[2] *Théorie de la perception des couleurs.* — On peut s'expliquer l'impression différente produite par les diverses radiations colorées par une différence dans l'excitation des terminaisons du nerf optique; mais cette hypothèse a paru, à la plupart des physiologistes, contraire à la doctrine de l'énergie spécifique des nerfs de Jean Muller, et ils ont préféré voir une différence dans l'élément anatomique lui-même; nous verrons cependant que telle n'est pas l'opinion de Parinaud. En tout cas, il n'est pas nécessaire de supposer autant de terminaisons nerveuses que de couleurs ; l'expérience démontre que l'on peut produire toutes les impressions chromatiques à l'aide d'un petit nombre de radiations simples.

Théorie de Young-Helmholtz. — Il y a trois perceptions élémentaires, le rouge, le vert et le violet (bleu pour Kœnig). Une perception lumineuse quelconque, celle d'une autre radiation simple par exemple, provient de la superposition de ces trois perceptions élémentaires dans un rapport déterminé. Helmholtz a tracé trois courbes correspondant à ces trois couleurs et donnant pour chaque radiation simple du spectre la quantité de rouge, de vert et de violet, qu'il faut prendre pour produire le même effet. C'est ce que l'on appelle les courbes de répartition du rouge, du vert et du violet dans le spectre.

Théorie de E. Hering. — Hering admet aussi trois éléments de perception élémentaire, mais donnant lieu chacun, suivant le sens du phénomène, à des impressions complémentaires, blanc-noir, rouge-vert et jaune-bleu. Les deux sens du phénomène sont ce qu'il appelle l'assimilation et la désassimilation, la première donnant lieu au noir, au vert et au bleu, la seconde au blanc, au rouge et au jaune.

Après avoir examiné la théorie de Young-Helmholtz et celle de Hering, Ebbinghaus opte pour cette dernière et admet que le pourpre rétinien est la substance visuelle correspondant à la perception jaune-bleu, et voici comment il justifie cette hypothèse :

Le pourpre rétinien existe sous deux formes : une forme rouge, bien étudiée, existant chez la grenouille et le lapin ; une deuxième forme, plus violette, se trouvant chez l'homme et les Vertébrés supérieurs. L'une et l'autre absorbent les radiations du milieu du spectre solaire et laissent passer celles des extrémités. Le spectre d'absorption occupe sensiblement l'espace compris entre les raies C et F de Frauenhofer ; pour la forme violette, il s'étend un peu plus du côté des radiations à grande longueur d'onde, et en sens inverse pour la forme rouge. Les maxima correspondant à ces deux courbes d'absorption partagent l'espace D-E en trois parties égales.

L'un et l'autre pourpre, éclairé par les radiations qu'il absorbe, se transforme en un jaune rétinien unique, dont le spectre d'absorption se trouve dans la région à courte longueur d'onde à partir de E-F environ, où les deux spectres chevauchent un peu l'un sur l'autre, comme cela résulte de la figure tirée du mémoire de Kühne.

Pour rechercher les relations existant entre ces faits et la perception des couleurs, Ebbinghaus s'adresse à un cas simple : au *daltonien*, pour lequel il n'y a dans le spectre que deux couleurs : le jaune et le bleu.

L'endroit de plus grande intensité d'action du jaune dans le spectre solaire est entre les raies D et E ; chez les uns il se trouve plus près de D, chez les autres il est voisin de E, et il n'y a pas de cas de transition ; le maximum d'insensité du bleu est entre les raies F et G. Cela conduit à cette conclusion remarquable :

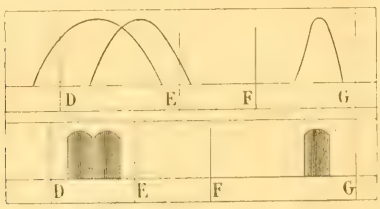


Fig. 4. — *Courbes et spectres d'absorption des deux variétés de pourpre rétinien et du jaune rétinien.* — Les courbes indiquées sur la figure résultent des recherches de Kœnig et Dieterici ; les spectres représentés au-dessous sont déduits des travaux de Kühne ; le tout a été rapporté aux raies de Frauenhofer pour permettre la comparaison. Bien entendu, les courbes variant avec la nature de la source lumineuse, cette comparaison ne peut être qu'approximative.

Les endroits auxquels les deux groupes de daltoniens voient le maximum d'intensité du jaune dans le spectre solaire, coïncident très exactement avec les régions où, se trouvent les maxima d'absorption pour les deux variétés de pourpre rétinien. Plus loin, le point où, pour les deux groupes de daltoniens, le bleu est le plus lumineux, correspond au maximum d'absorption du jaune rétinien.

Ebbinghaus ne peut admettre que ces coïncidences soient fortuites : aussi il n'hésite pas à en conclure que le pourpre rétinien est destiné à la perception du jaune et le jaune rétinien à la perception du bleu.

Voici finalement quel rôle il attribue aux substances visuelles :

Dans l'œil des daltoniens, ces substances visuelles sont au nombre de deux : une blanche et le pourpre rétinien. La première, par sa transformation, donne lieu à la perception du blanc et du gris. L'influence de la longueur d'onde des diverses radiations sur cette transformation peut se déduire, si cette hypothèse est vraie, de la répartition de l'intensité lumineuse dans le spectre pour les achromatiques totaux, ou de l'étude du minimum d'excitation, les sensations étant alors uniquement lumineuses et nullement chromatiques. Quant au pourpre rétinien, sa transformation en jaune donne lieu à la perception des radiations jaunes et cette deuxième substance joue le même rôle pour le bleu. Quand on a des radiations complexes, la décomposition simultanée du pourpre et du jaune rétiniens peut donner la sensation blanche.

Enfin, Ebbinghaus admet chez l'individu à vision normale une troisième substance, dont une première transformation donne lieu à la perception du rouge, et une deuxième à la perception du vert, et il se demande si ce n'est pas cette substance qui donne un aspect verdâtre à certains bâtonnets de la grenouille au lieu de la coloration rouge du pourpre rétinien. — En somme, on voit que le mémoire d'Ebbinghaus est surtout composé d'hypothèses.

Kœnig se proposa de reprendre d'abord l'étude des coefficients d'absorption du pourpre et du jaune rétiniens de la grenouille ; puis, après s'être familiarisé avec ce genre d'expériences, d'arriver à l'œil humain. Mais, l'occasion s'étant présentée, dès le début, d'avoir une rétine humaine dans de très bonnes conditions, il en profita, ses appareils étant montés, pour faire une série d'observations. C'est le résultat de ce travail effectué en collaboration avec Mlle Köttgen qu'il vient de publier [1], et il est assez important pour être rapporté avec détails.

[1] Prof. A. Kœnig et Mlle E. Köttgen : *Über den menschlichen Sehpurpur und seine Bedeutung für das Sehen.* Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Academie der Wissenschaften zu Berlin. Classe vom 21 Juni 1894.

V

La partie expérimentale du travail de Kœnig comprend la détermination des coefficients d'absorption du pourpre et du jaune rétiniens pour toute l'étendue du spectre lumineux. L'appareil destiné à ces mesures était un spectrophotomètre dérivé de celui de Vierordt et éclairé à l'aide d'un bec Auer. Les substances soumises à l'expérience étaient dissoutes dans le liquide préconisé par Kühne et, pour éviter, autant que possible, leur décomposition par la lumière, elles n'étaient traversées que par la région du spectre sur laquelle on opérait. Le coefficient d'absorption fut déterminé pour 12 longueurs d'onde équidistantes comprises entre 640 μμ et 420 μμ; et la détermination de chacun de ces coefficients résulte de la moyenne d'au moins 15 observations.

L'œil employé fut énucléé par M. Schöler pour un mélano-sarcome de la grandeur d'une lentille, siégeant près de l'orra serrata. Dans toute la portion de rétine non lésée, l'acuité visuelle était normale. Vingt heures avant l'opération, un bandeau opaque fut appliqué sur l'œil ; on ne le souleva que quelquefois, presqu'à l'obscurité, pour faire des instillations de cocaïne. L'œil fut enlevé à la lumière du sodium, et porté à l'obscurité aussi rapidement que possible à l'Institut de Physiologie, où M. Axenfeld l'ouvrit suivant les recommandations de Kühne. La veille, il s'était exactement renseigné sur le siège de la lésion par un examen ophthalmoscopique : toute la portion de la rétine indemne fut placée dans le liquide biliaire. Après filtration, le lendemain on put, avec le liquide, remplir deux fois la petite cuve d'absorption.

La première fois on ne détermina que les coefficients d'absorption du pourpre ; la seconde fois, en plus de ces premiers coefficients, on rechercha ceux d'un mélange de pourpre et de jaune. Le reste de la solution fut perdu, par putréfaction, malgré la précaution de le conserver à + 3°.

Absorption par le pourpre rétinien. — Malgré la filtration, la solution n'était pas complètement limpide, et la décoloration à la lumière du jour lui laissait une teinte jaunâtre ; il fallait, par conséquent, tenir compte de l'absorption après décoloration.

Les résultats de ces expériences sont consignés dans un tableau donnant les chiffres obtenus pour chaque solution et la valeur moyenne, plus la valeur de l'erreur probable dans chaque cas. Pour la longueur d'onde 420 μμ, on trouve, au premier remplissage et à la moyenne, une valeur impossible du coefficient d'absorption. Nous ne donnerons pas ce tableau, il vaut mieux se reporter à la figure 5 (page 262) sur laquelle ces résultats sont représentés par une courbe.

Absorption par le jaune rétinien. — Lors du deuxième remplissage de la petite cuve d'absorption, la solution ne fut pas, après détermination de l'absorption par le pourpre rétinien, portée immédiatement au grand jour, mais placée dans un grand appareil spectral où on l'exposa aux radiations vertes, dont la longueur d'onde était environ 520 μμ. Cette lumière ne produisit pas la décoloration, mais la transformation en jaune rétinien, puis on fit la même détermination que pour le pourpre. Cette solution, portée au grand jour, au lieu d'avoir la couleur rouge de la précédente, était d'un jaune ambré très intense ; son spectre d'absorption était surtout prononcé du côté du bleu. Nous verrons plus loin si elle pouvait être considérée comme ne contenant que du jaune rétinien ou s'il fallait y supposer un restant de pourpre.

Cette partie du mémoire de Kœnig, purement expérimentale, ne se discute pas ; je regrette seulement que l'auteur n'ait donné aucun détail sur la façon dont il déduit les coefficients d'absorption de ses expériences.

VI

Nous arrivons maintenant à l'interprétation du rôle joué par le pourpre et le jaune rétiniens. Ici Kühne est obligé d'introduire des hypothèses plus ou moins légitimes ; en tout cas, ses raisonnements sont très ingénieux et très séduisants.

Occupons-nous d'abord du pourpre. Dès le premier abord, une personne au courant de ces questions, peut remarquer une grande analogie dans la répartition de l'absorption par le pourpre rétinien et celle de l'intensité lumineuse dans le spectre pour les achromatiques de naissance. D'après les recherches de Hering et celles de Kœnig, c'est encore la loi de répartition de l'intensité lors de l'excitation minima chez les dichromatiques et les trichromatiques [1]. Il est donc probable que l'absorption par le pourpre rétinien et la valeur de l'excitation produite par la lumière incidente sont, dans ces conditions, deux phénomènes variant dans le même rapport. Mais, pour pouvoir faire une comparaison exacte, il y a lieu d'observer quelque chose de très important.

[1] Les trichromatiques sont les personnes ayant la sensation complète des couleurs : elles perçoivent les trois couleurs fondamentales de la théorie Young-Helmholtz ; les dichromatiques sont ceux auxquels il manque le rouge ou le vert. Les achromatiques n'ont aucune sensation colorée. Pour des lumières extrêmement faibles, les trichromatiques et dichromatiques ne perçoivent que des sensations lumineuses nullement chromatiques.

Supposons qu'effectivement l'impression lumineuse résulte de l'absorption de la lumière par le pourpre rétinien. Comme cette quantité de lumière dépend : 1° de l'intensité du faisceau incident, 2° du coefficient d'absorption, il faut, pour que l'impression lumineuse soit proportionnelle au coefficient d'absorption, qu'elle ne dépende que de lui, c'est-à-dire que l'intensité du faisceau incident soit toujours la même pour les diverses radiations. De plus, à quel moment cette intensité doit-elle être la même pour toutes les radiations? Au moment où elle tombe sur la couche de pourpre rétinien, c'est-à-dire après qu'une partie du faisceau incident aura été absorbée par les milieux qui se trouvent en avant. Il faut donc déterminer un spectre tel que chacune de ses radiations, après avoir traversé les milieux transparents de l'œil, tombe sur la couche de pourpre rétinien avec la même intensité, c'est-à-dire la même énergie ; puis il faut tracer la courbe des impressions qu'éprouverait en regardant un tel spectre un achromatique total de naissance, puis celle d'un dichromatique ou un trichromatique lorsque l'intensité est assez faible pour être au minimun d'excitation. Si réellement la perception de l'intensité lumineuse est proportionnelle à l'absorption par le pourpre rétinien, les deux courbes ainsi déterminées doivent avoir leurs ordonnées proportionnelles à la courbe des coefficients d'absorption du pourpre[1]. Pour faciliter la comparaison, on a, sur la figure 5, choisi l'unité de longueur pour les ordonnées de chaque courbe en sorte qu'elles aient toutes la même ordonnée maxima.

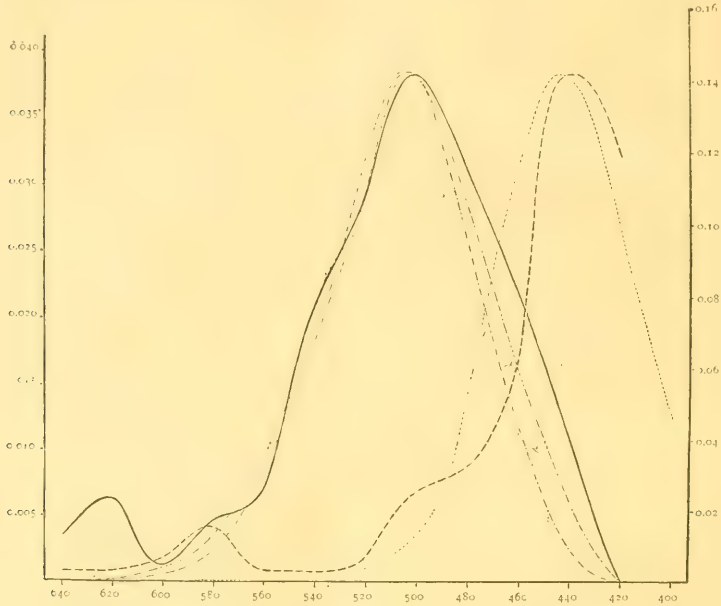


Fig. 5. — *Courbes montrant la proportionnalité de l'impression lumineuse à l'absorption par le pourpre rétinien.*

——— Coefficients d'absorption du pourpre rétinien.
— • — Courbe des impressions lumineuses chez l'achromatique total.
— •• — Courbe des impressions lumineuses déduites de l'excitation minima.
— — — Coefficients d'absorption du jaune rétinien.
••••••• Répartition du bleu dans le spectre.

L'analogie qui existe entre ces trois courbes, est, à mon avis, des plus remarquables, quand on songe à la complexité de la question. Dans l'in-

[1] Pour faire le calcul des ordonnées des courbes, Kœnig a utilisé les résultats de divers expérimentateurs ; voici quelles sont les sources auxquelles il a puisé :

Pour la répartition de l'intensité lumineuse dans le spectre solaire chez l'achromatique total : mesures de Donders, E. Hering, A. Kœnig et C. Dieterici, en particulier ces dernières sur un homme de 55 ans.

Répartition de l'énergie dans le spectre solaire : S. P. Langley.

Absorption par le pigment de la *macula lutea :* chiffres déterminés par Sachs, dont on a pris la moyenne, faute d'autres indications.

Absorption par le cristallin chez l'achromatique total : expériences faites spécialement sur un cristallin analogue.

Grandeur de l'excitation minima dans un spectre avec égale

tervalle de 500 μμ à 600 μμ, elles se coupent plusieurs fois et il est impossible d'avoir une coïncidence plus parfaite. De 500 μμ à 400 μμ la courbe des coefficients d'absorption du pourpre est trop haute ; mais il ne faut pas perdre de vue que la lumière solaire, pour laquelle Langley a déterminé la répartition de l'énergie, était probablement plus riche en radiations très réfrangibles que la lumière définie comme donnant le spectre solaire et pour laquelle les courbes ont été calculées. Il est aussi vraisemblable qu'il y ait eu quelque erreur sur l'absorption dans la *macula*. La petite différence, entre la courbe de l'achromatique total et celle des dichromatiques et trichromatiques, tient certainement à ce que, chez ces derniers, on a négligé l'action du cristallin. Mais, même en n'admettant aucune de ces raisons, la similitude des trois courbes est suffisante pour qu'on puisse considérer l'absorption par le pourpre rétinien comme proportionnelle à l'impression lumineuse chez les achromatiques totaux, et chez les dichromatiques et trichromatiques lors d'une intensité assez faible pour ne pas encore donner lieu à la sensation colorée. Il n'y a qu'une objection, qui reste toujours : l'absence du pourpre dans la *fovea* signalée par Kühne ; nous verrons plus loin ce qu'il faut en penser.

Mais, arrivons à l'absorption par le jaune rétinien. Immédiatement, on voit que le maximum d'absorption de la solution se trouve dans la région bleue du spectre, de sorte qu'en admettant que le pourpre serve à la perception des sensations lumineuses proprement dites, on peut se demander s'il n'y a pas lieu de considérer le jaune rétinien comme jouant le même rôle pour le bleu.

Pour vérifier cette hypothèse, Kœnig a construit la courbe représentative du bleu dans le spectre d'après des expériences faites par C. Dieterici et Kœnig sur des dichromatiques et des trichromatiques, où les résultats furent les mêmes. Cette courbe fut déterminée comme les précédentes, mais en négligeant l'absorption par les milieux de l'œil, faute de données.

En regardant les courbes tracées de cette façon, on remarque immédiatement qu'à gauche de l'ordonnée maxima la courbe de répartition du bleu est trop haute. En second lieu, une ondulation très nette vers la longueur d'onde 500 μμ fait voir que certainement il reste encore dans la solution du pourpre non transformé. Pour en tenir compte, Kœnig fait à cet égard des suppositions absolument arbitraires ; il me semble bien plus logique d'indiquer simplement la cause probable de l'erreur sans chercher à l'évaluer numériquement, ce qui est impossible.

On peut aussi ajouter que le fait d'avoir négligé l'absorption par les milieux de l'œil, en particulier par le pigment jaune de la *macula*, peut donner des écarts assez notables.

Kœnig admet donc que le jaune rétinien est la substance visuelle pour la perception du bleu ; voyons comment cette hypothèse et la précédente vont se concilier avec d'autres faits expérimentaux.

Le point le plus important, celui devant lequel toutes les théories de la vision basées sur l'utilité du pourpre rétinien sont tombées, est la vision dans la *fovea centralis*. Kœnig se propose de démontrer que ce qui a paru un écueil aux autres, vient à l'appui de sa théorie. Mlle Franklin, travaillant dans le laboratoire de Kœnig et se livrant à des recherches sur le minimum d'excitation des diverses régions de la rétine par les radiations simples, avait remarqué que, dans certains cas, un point lumineux situé au-dessous du point de fixation disparaissait. Cette observation, vérifiée par plusieurs personnes, méritait une étude plus approfondie de la vision au niveau de la fovea et de son entourage immédiat.

Si l'on regarde une lumière monochromatique d'intensité croissante, on a d'abord la sensation achromatique grise de l'excitation minima ; ce n'est que plus tard que la perception colorée se produit. La lumière rouge fait exception, les deux phénomènes étant presque simultanés. Prenons, au contraire, un point lumineux dont l'image rétinienne se fasse tout entière dans la *fovea* ; lors de l'intensité croissante, il présentera immédiatement son caractère coloré, sauf pour un certain jaune de 500 μμ environ. Il y a donc une très grande différence pour les perceptions lumineuses en dehors et en dedans de la *fovea*. Ce même phénomène peut se mettre en évidence d'une autre manière, encore plus instructive peut-être. La tête étant bien appuyée, on fixe un point monochromatique d'intensité décroissante. A un moment donné, il disparaît sans perdre son caractère coloré. Si, à ce moment, on déplace légèrement l'œil, un point rouge continue à rester invisible, un point vert reparaît comme point achromatique ; un point bleu reparaît avec sa couleur, puis devient achromatique et enfin disparaît. Les points jaunes dont il a été question plus haut deviennent presque

répartition de l'énergie : recherches de A. Kœnig en collaboration avec R. Ritter.

Dans ce second cas on n'avait pas encore la valeur de l'absorption par le cristallin, aussi on n'a tenu compte que de celle de la *macula lutea*.

Enfin, il fallait tenir compte de la différence d'épaisseur du pourpre dans la rétine et la solution ; pour cela, on a supposé le pourpre également réparti sur cette rétine. Tous ces chiffres sont donnés dans un tableau ou l'on trouve aussi les valeurs des ordonnées des courbes.

incolores avant leur disparition dans la *fovea* et ne semblent pas reparaître par le déplacement.

Voici les propositions émises par Kœnig pour expliquer ces phénomènes :

1° *Dans la* fovea centralis *il n'y a pas de pourpre rétinien :*

2° *La sensation lumineuse achromatique se produisant lors de l'excitation minima, est due à la décomposition du pourpre rétinien ;*

3° *La décomposition du jaune rétinien, résultant du pourpre, produit la sensation du bleu.*

4° *Les substances visuelles encore inconnues pour le rouge et le vert sont plus difficilement décomposables que le pourpre et le jaune rétiniens.*

Si cela est vrai, la *fovea* est aveugle pour le bleu, et les personnes dichromatiques ou trichromatiques ont une *fovea* monochromatique et dichromatique. On peut déterminer la grandeur de la région jouissant de cette propriété, en regardant une série de points bleus d'intensité lumineuse convenable ; certains points disparaissent. Kœnig a trouvé que, pour son œil droit, l'angle au sommet du cône de champ aveugle pour le bleu était d'environ 70' ; plus que le diamètre apparent de la lune. Aussi, tenant un bon verre bleu devant l'œil, arrive-t-il à faire disparaître l'image de la lune dans la fovea. Il y a, bien entendu, quelque difficulté à maintenir la fixation du regard, car instinctivement on se sert du bord de la fovea ; mais, avec un peu d'habitude, l'expérience réussit très bien. On peut se demander comment ce fait ne frappe pas tout le monde ; mais il suffit de se rappeler que la suppléance d'une tache aveugle sur la rétine par les régions voisines se fait avec une perfection telle qu'il faut des procédés spéciaux pour mettre cette lacune en évidence. C'est le cas des parties cachées par les vaisseaux de la rétine, et surtout celui de la papille, *punctum cæcum* de Mariotte, qu'il est impossible de percevoir sans une expérience bien faite ; ce n'est donc pas un argument à invoquer.

Kœnig, en faisant des études de couleurs complexes, a pu s'assurer de la parfaite cécité de sa *fovea* pour le bleu, et, en poursuivant son raisonnement, il arrive à une confirmation nouvelle de ses hypothèses. Si réellement le pourpre rétinien est la seule substance donnant lieu à la perception lumineuse, le reste servant aux phénomènes chromatiques, les achromatiques totaux doivent être aveugles dans la *fovea*. C'est ce que l'expérience a prouvé sur un sujet amené chez Kœnig par M. Simon ; aussi il n'hésite pas à formuler la proposition suivante :

5° *Chez les achromatiques totaux, le pourpre rétinien est la seule substance visuelle, et le jaune qu'il fournit est indécomposable.*

Une observation venant à l'appui de cette manière de voir, est que, chez les achromatiques, on trouve toujours une faible acuité visuelle, et souvent du nystagmus, le sujet se servant pour voir non pas de la fovea, mais des parties voisines ; s'il ne s'y forme pas de point de fixation, il pourra se servir d'un point variable et il en résultera de petites oscillations du globe oculaire (*nystagmus*).

Enfin, que doit-il se passer dans la vision avec les régions pourvues de pourpre rétinien, au voisinage de la *fovea?* Le pourpre rétinien se transformant en jaune donne lieu à une sensation purement lumineuse ; puis, lors d'une intensité plus grande, le jaune se décompose à son tour en donnant la perception du bleu ; par conséquent, lors d'une source lumineuse croissante, on doit voir cette lumière virer au bleu. Ce fait a été étudié par M. F. Tonn chez les daltoniens pour le rouge, et chez les daltoniens pour le vert ; on n'a pas d'observations pour les trichromatiques. Cependant cette lacune a moins d'importance qu'il ne semble ; car on a vu que, pour les uns et les autres, la répartition de l'intensité lumineuse dans le spectre lors de l'excitation minima est la même, ainsi que la répartition du bleu pour les grandes intensités ; les résultats trouvés par M. Tonn peuvent donc être considérés comme applicables aux trichromatiques.

Cet expérimentateur a étudié la répartition du bleu dans le spectre pour une intensité lumineuse variant dans la proportion de 1 à 240 (fig. 6). Lors de faibles intensités, la courbe correspondante concorde avec la courbe de perception lumineuse chez les achromatiques totaux ; par transformation graduelle, l'intensité lumineuse allant en croissant, elle se rapproche de la courbe de répartition du bleu, déjà citée. Dans la figure 6, on a tracé cinq de ces courbes pour les intensités relatives, 1, 10, 30, 60 et 240 : le phénomène est nettement mis en évidence. Les différences entre ces courbes font voir qu'il y a décomposition du pourpre rétinien et décomposition proportionnellement croissante du jaune. Les ordonnées ont été choisies en sorte que la surface comprise entre la courbe et l'axe soit toujours la même, c'est-à-dire qu'il y ait toujours la même quantité totale de bleu dans le spectre.

M. Tonn a aussi étudié la répartition spectrale du rouge et du vert et a trouvé qu'elle ne variait pas avec l'intensité de la lumière employée ; les courbes correspondantes sont représentées sur la figure (fig. 6).

On conçoit que l'impression produite par un mélange de couleurs varie avec l'intensité totale du faisceau incident, quoique le rapport entre les intensités des diverses radiations composantes reste le même ; il en résulte des perturbations

dans les lois du mélange des couleurs de Newton. De plus, si l'on prend deux faisceaux complexes ou simples de couleur différente, lorsqu'on aura produit approximativement l'égalité d'intensité, cette égalité ne subsistera plus toujours quand l'intensité des deux faisceaux sera amplifiée dans la même proportion : c'est le phénomène signalé par Purkinje. Kœnig émet donc encore les deux propositions suivantes :

6° *Les exceptions à la loi du mélange des couleurs de Newton et le phénomène de Purkinje s'expliquent par ce fait que, lors de l'augmentation d'intensité du faisceau incident, le rapport des valeurs d'excitation pour les sensations produites par la décomposition du pourpre rétinien et du jaune rétinien changent ;*

7° *Le phénomène physiologique correspondant à la sensation du blanc n'est pas une augmentation du processus produisant la sensation grise de l'excitation minima.*

Hering avait cherché ailleurs la cause des exceptions à la loi de Newton, et l'attribuait à la différence d'absorption par les différentes zones de la *macula;* il avait remarqué, en outre, que, pour des surfaces éclairées très petites, ces exceptions ne se produisent plus. Mais il suffit de remarquer que l'on tire de la théorie de Kœnig une explication très simple du fait : pour de grandes surfaces lumineuses l'intervention du pourpre explique l'exception à la loi de Newton ; pour de petites surfaces l'image tombe entièrement dans la *fovea*, où il n'y a pas de pourpre et par suite pas de cause d'exception. Charpentier a donné de ces phénomènes une très bonne explication ; elle revient à peu près à celle de Kœnig, mais elle est indépendante de toute hypothèse sur le pourpre ou le jaune rétiniens. Charpentier s'appuie simplement sur ce fait, qu'il a établi, que la courbe représentative des impressions en fonction de l'intensité ne suit pas la même loi pour les diverses radiations simples.

En admettant ces interprétations de Kœnig, il resterait, pour avoir une théorie chimique complète de la vision, à trouver les substances visuelles du rouge et du vert. D'après certains faits observés par Kœnig et Zumft, le lieu de perception de ces radiations serait dans l'épithélium pigmentaire. Des recherches récentes de Somya viennent aussi à l'appui de cette hypothèse : il paraîtrait que, lors de la perception du vert, on constate dans la choroïde de fines modifications ; or la choroïde est tout contre l'épithélium pigmentaire.

Quant aux cônes, Kœnig leur attribue des propriétés absolument différentes qu'aux bâtonnets ; ce seraient des appareils dioptriques destinés à concentrer la lumière en des points déterminés où se produit la perception du rouge et du vert ; mais les arguments apportés par Kœnig à l'appui de cette manière de voir sont très faibles. Il faut tout de même signaler les faits observés par van Genderen Stort, Angelucci et Engelmann : sous l'influence de la lumière, les cônes se raccourcissent, leur foyer se déplace par conséquent, et la perception du rouge et du vert se fait moins bien.

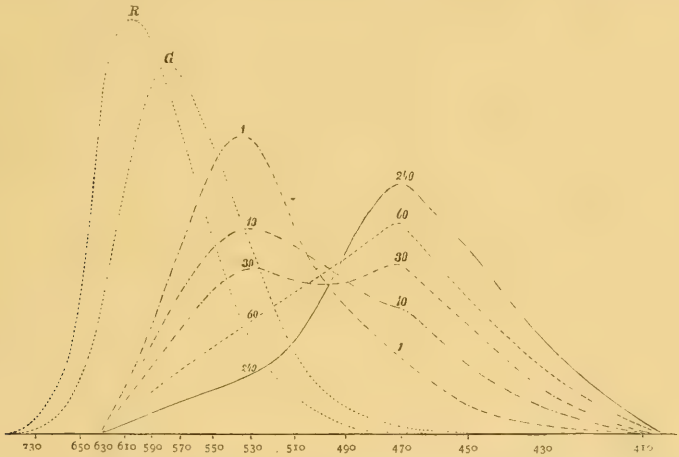


Fig. 6. — *Courbes montrant la répartition du rouge, du vert et du bleu dans le spectre.* — 1, 10, 30, 60, 240 : Courbes représentatives de la répartition du bleu dans le spectre pour des intensités de ce spectre variant proportionnellement au chiffre marqué. — R : Courbe de répartition du rouge, la même pour tous les spectres. — G : Courbe de répartition du vert, la même pour tous les spectres.

VII

J'arrive maintenant à l'important mémoire de Parinaud. Le but que s'est proposé cet auteur, c'est de déterminer la sensibilité des différentes régions de la rétine pour les diverses radiations, et d'étudier comment cette sensibilité varie avec l'éclairage ambiant. L'instrument employé est un spectroscope dont la lunette a été remplacée par un tube portant un écran en verre dépoli, sur lequel il se formera un spectre. En superposant à cet écran un papier noir, percé d'un trou d'épingle, on aura un point lumineux très petit, permettant d'étudier la sensibilité de régions très limitées de la rétine pour une radiation quelconque. En remplaçant le trou par une fente, on fera la même étude pour des régions plus étendues. L'intensité lumineuse se règle au moyen d'un diaphragme à ouverture variable, placé contre la lentille du collimateur, et il est évident que, pour une radiation donnée, la sensibilité de la rétine est en raison inverse de l'ouverture du diaphragme. Les recherches ont porté sur les radiations correspondant aux raies de Frauenhofer.

Dans une première série d'expériences, Parinaud a étudié la sensibilité de surfaces assez étendues de la rétine pour les différentes radiations :

1° Après un séjour de vingt à trente minutes à l'obscurité absolue : c'est ce que l'auteur appelle *rétine adaptée ;*

2° L'expérimentateur recevant, sans que son œil soit protégé, la lumière diffuse ambiante dans les conditions où la vision s'exerce ordinairement : *rétine non adaptée.*

Prenant comme unité la sensibilité correspondant aux raies E et F de Frauenhöfer, voici celles pour les autres radiations d'un bec Auer ; il est évident que les résultats varient un peu suivant la source lumineuse employée :

Raies de Frauenhöfer	A	B	C	D	E	F	G	H
Rétine adaptée.....		$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{10}$	1	1	$\frac{1}{100}$	1
Rétine non adaptée..		$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{60}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{1500}$	

Les mesures pour la rétine non adaptée deviennent très difficiles dans la région violette.

Ces résultats, traduits en courbes (fig. 7), sont encore plus frappants.

On voit nettement sur ces courbes qu'il est impossible de déterminer la répartition de l'intensité lumineuse dans un spectre, ni même le point où cette intensité passe par un maximum, car l'adaptation plus ou moins grande de la rétine conduit, suivant les cas, à des résultats différents. L'influence de cette adaptation, nulle pour les radiations rouges, va en augmentant à mesure qu'on se déplace vers le violet ; mais il y a un fait des plus remarquables. L'accroissement de sensibilité ne porte pas sur la sensation chromatique, mais seulement sur l'intensité lumineuse de la couleur, qui, tout en paraissant plus lumineuse, semble moins saturée, c'est-à-dire que l'adaptation produit la même impression que si l'on ajoutait de la lumière blanche à la radiation colorée. Finalement, sous une très faible intensité, la sensibilité pour la sen-

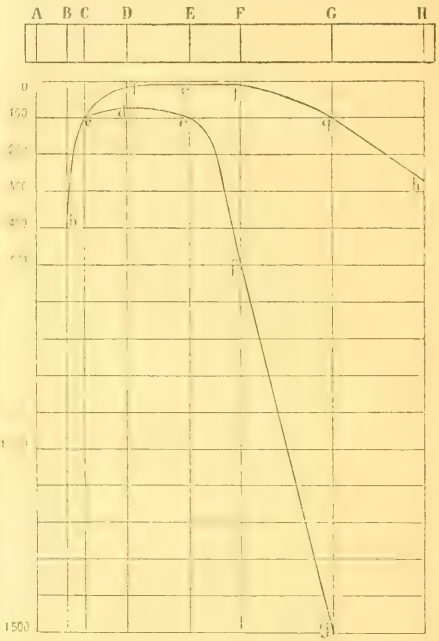


Fig. 7. — *Courbes de la sensibilité de la rétine.* — La courbe supérieure donne la sensibilité de la *rétine adaptée*, la couche inférieure celle de la *rétine non adaptée.*

sation lumineuse l'emporte si bien que la radiation colorée la plus pure parait blanche. Bien entendu, cet effet ne se produit pas pour le rouge, qui, n'étant pas influencé par l'adaptation, aura toujours son caractère chromatique. On arrive à ce fait que, l'excitant restant le même, la sensation varie.

Une seconde série d'expériences a pour but la comparaison de la sensibilité de la *fovea* avec les régions voisines, et le résultat de cette étude est que la modification fonctionnelle créée par l'adaptation est nulle dans la *fovea*. Il y a pour la rétine adaptée la même différence entre la *fovea* et les parties voisines que celle qui existait, dans les expériences précédentes, entre la rétine non adaptée et la rétine adaptée. A la lumière il n'y a pas de différence entre la *fovea* et les parties voisines ; aussi

toujours, dans cette *fovea*, a-t-on immédiatement la sensation chromatique, quelle que soit l'intensité du point lumineux soumis à l'expérience.

Cette étude n'est pas aisée, car, lors de la rétine adaptée, la *fovea* étant moins sensible que les parties voisines, il est très difficile d'y maintenir l'image d'un point; instinctivement on l'amène sur le bord plus favorable à la vision : dans ces conditions, il faut un véritable exercice pour arriver à faire de bonnes observations.

La mise en évidence de l'adaptation de la rétine a, à mon avis, une importance de premier ordre, outre les déductions qu'en tire Parinaud. Elle permet, en effet, de se rendre compte du désaccord existant entre les divers observateurs et des exceptions se produisant lors du minimum d'excitation pour le rouge.

Nous voilà donc en présence de trois faits :

1. Influence inégale de l'adaptation pour les diverses radiations;

2. Influence sur la sensibilité lumineuse seulement ;

3. Influence nulle dans la fovea.

On en conclut immédiatement que les cônes sont étrangers à l'accroissement de sensibilité causé par l'adaptation, et que cette fonction ne peut appartenir qu'aux bâtonnets et au pourpre rétinien. L'action de la lumière est donc différente pour les cônes et pour les bâtonnets. Voyons à quelles modifications elle peut correspondre.

Nous connaissons :

1. Les transformations du pourpre rétinien (Boll, Kühne, etc.) ;

2. Des déplacements du pigment, connus sous le nom de migration du pigment (Brücke, Boll, Czerny, Angelucci, Kühne, etc. [1]) ;

3. Des variations dans la forme des cônes (Angelucci, van Genderen Stort, Engelmann).

Mais il y a une différence considérable entre la première de ces modifications et les deux suivantes : elle seule ne se produit que sous l'influence de la lumière, les autres peuvent être obtenues par des excitations quelconques, électriques, calorifiques, etc. Le pourpre rétinien a donc un rôle prépondérant comme élément spécifique. Si on se rappelle ses propriétés et qu'on cherche à les rapprocher des résultats expérimentaux de Parinaud, comme lui, on arrive fatalement à cette conséquence que c'est *l'impression des cônes par les radiations simples qui nous donne la sensation de couleur*, tandis que, *les bâtonnets et le pourpre ne donnent qu'une sensation lumineuse achromatique.*

Parinaud fait remarquer que la perception des sensations lumineuses pures n'appartient pas exclusivement aux bâtonnets ; elle se fait aussi au moyen des cônes, l'action des bâtonnets étant simplement surajoutée principalement pour la vision nocturne. La fonction chromatique est cérébrale ; il n'est pas nécessaire de supposer dans la rétine des organes de perception et dans le nerf optique des conducteurs spéciaux pour diverses radiations, les fibres optiques ayant un pouvoir analogue à celui du fil du téléphone, qui transmet indistinctement tous les sons quels que soient leur hauteur et leur timbre [1].

Les bâtonnets et le pourpre étant principalement destinés à favoriser la vision nocturne, les individus chez lesquels cette substance fera défaut seront atteints d'héméralopie. Cela se présente, accidentellement chez certains hommes et normalement chez certains animaux, la poule par exemple. Chez les oiseaux de nuit, au contraire, on devra trouver une rétine très riche en pourpre rétinien ; on sait que c'est effectivement le cas chez le hibou. Je ferai cependant observer que, d'après Kühne, chez certaines espèces de chauves-souris, les bâtonnets seraient dépourvus de pourpre.

VIII

Enfin, Parinaud aborde une question extrêmement délicate : Par quel mécanisme le pourpre rétinien produit-il l'augmentation de sensibilité de la rétine?

L'excitabilité des terminaisons du nerf optique devient-elle plus grande ou y a-t-il accroissement de l'intensité de l'excitation ?

La première hypothèse explique difficilement l'énorme différence qu'il y a, pour certaines radiations, entre la rétine adaptée et la rétine non adaptée ; de plus, pourquoi le rouge et le jaune ne bénéficieraient-ils pas de la même action ?

Comment peut-il y avoir accroissement dans l'intensité de l'excitation ? Helmholtz, Setchenow, Becquerel, étudiant la vision du spectre ultraviolet, avaient déjà cherché à expliquer cette visibilité par la fluorescence de la rétine. Ils avaient été obligés de renoncer à cette hypothèse, les phénomènes de fluorescence observés étant beaucoup trop faibles pour pouvoir être invoqués. D'ailleurs, à quoi étaient-ils liés ? Ewald et Kühne ont démontré qu'ils étaient dus au pourpre rétinien et qu'ils variaient beaucoup suivant les cas. Le pourpre rétinien donne lieu à une fluorescence blanche ; pour le jaune provenant du pourpre modifié, la lueur est verte et elle s'accentue lors de la

[1] Voir le détail à la fin de l'article.

[1] Je me demande si cette explication des perceptions chromatiques ne rencontre pas quelques difficultés, en présence de certains cas d'altération unilatérale de la vision des couleurs.

décoloration du jaune sur une rétine isolée. La fluorescence de la rétine blanche est bien plus faible lorsque la décoloration s'est produite sur l'animal vivant. L'on conçoit dès lors que Helmholtz et Setchenow, ayant observé des rétines extirpées à des animaux n'ayant pas subi l'obscuration préalable, ne devaient pas trouver le phénomène bien accusé.

Lorsque la rétine, par suite de l'adaptation, s'est fortement chargée de pourpre, elle peut donner lieu à une fluorescence blanche très intense; mais, comme on le sait, cette action ne se produira que sous l'influence des radiations à courte longueur d'onde. Divers auteurs ont fait voir, en effet, que la partie la moins réfrangible du spectre ne produisait pas la fluorescence; le pourpre n'aura donc aucune action sur la perception des radiations à grande longueur d'onde, ce que l'expérience a fait voir.

Parinaud ne pense pas que cette fluorescence soit d'ordre purement physique, mais il la considère comme analogue à celle que présentent les pyrophores, c'est-à-dire d'ordre physico-chimique et donnant lieu à une mise en liberté d'énergie, car, en même temps qu'elle se produit, il y a développement de forces électro-motrices variables suivant l'état de la rétine et son éclairement, ainsi que l'ont fait voir Holmgreen, Dewar, J. Chatin.

Le phénomène de Purkinje, dont j'ai déjà parlé, trouve dans cette théorie son explication toute naturelle; les différences observées lors de la variation d'intensité des lumières soumises à l'expérience tiennent simplement à une adaptation plus ou moins grande de l'œil.

On voit que, si la théorie de la vision des couleurs n'est pas encore bien établie, certains points paraissent au moins très vraisemblables. Les auteurs récents dont nous venons de rapporter les travaux paraissent s'accorder pour assigner au pourpre rétinien un rôle important dans la perception des sensations lumineuses ; c'est d'ailleurs la seule chose sur laquelle ils s'entendent à peu près. Quant à ce qui est de la perception des effets chromatiques, il y a déjà désaccord entre Ebbinghaus et Kœnig, le premier adoptant la théorie de Hering et faisant des dérivés du pourpre rétinien des substances pour la perception du bleu et du jaune, le second se ralliant à la théorie de Young-Helmholtz, les dérivés du pourpre ne servant qu'à percevoir le bleu. Parinaud s'écarte complètement des autres auteurs: les bâtonnets et les dérivés du pourpre ne jouent, pour lui, aucun rôle dans les phénomènes chromatiques ; il rejette toute théorie basée sur la perception de trois ou quatre couleurs élémentaires à l'aide de substances visuelles et de terminaisons nerveuses distinctes ; l'effet d'une radiation quelconque peut être perçu par un cône quelconque et transmis par la fibre optique correspondante aux centres où se développe la sensation chromatique. Pour moi, c'est à la théorie de Parinaud que je me rallie de préférence, au moins pour l'ensemble des faits ; mais il n'y a pas lieu ici de rapporter toutes les objections que l'on pourrait faire à Ebbinghaus et à Kœnig.

IX

Pour compléter cette étude, il y aurait un dernier point à élucider : comment se produisent les transformations inverses de celles que nous venons d'étudier? Le pourpre rétinien se forme-t-il à l'aide de matériaux nouveaux pour donner le jaune rétinien, puis un produit incolore, ou la transformation exactement inverse peut-elle se produire sous certaines influences ? On conçoit l'importance de cette question à propos de la théorie de Hering. Un fait remarquable semble appuyer cette dernière manière de voir: des solutions biliaires de pourpre rétinien, bien débarassées d'alcool et d'éther, après décoloration à la lumière du jour, peuvent dans l'obscurité reprendre quelque couleur. Au bout de 40 minutes environ on peut arriver au jaune clair, au bout de deux heures au rose pâle. Ce phénomène peut se reproduire plusieurs fois, mais il est toujours peu accentué. Voyons ce qui se passe sur la rétine. Une rétine de grenouille reprend sa couleur à l'abri de la lumière au bout de 1 à 2 heures lorsqu'elle est en place ; séparée, elle reste décolorée ou présente les phénomènes que nous venons de signaler pour la solution des pourpres rétiniens.

De même, une rétine en place ne se décolore qu'au bout de 3 minutes, alors que, dans les mêmes conditions, une rétine séparée ne demande qu'une demi-minute pour être blanche : il y a donc dans les couches sous-jacentes à la rétine une cause puissante de régénération. On ne peut attribuer cette action à la nutrition par la circulation dans le réseau vasculaire choroïdien ; voici, en effet, une expérience de Kühne très probante à cet égard. On expose une grenouille à la lumière vive : enlevant un œil et l'ouvrant, on vérifie que la rétine est décolorée ; on extirpe alors l'autre œil ; il est, par cela même, dépourvu de circulation et, malgré cela, la régénération du pourpre rétinien se produit à peu près aussi rapidement que sur l'animal vivant, c'est-à-dire en une ou deux heures. On peut, du reste, varier l'expérience : détachons la rétine d'une grenouille avec toutes les précautions indiquées précédemment, portons-la à la lumière, puis, une fois décolorée, remettons-la en place, à l'obscurité; elle aura repris sa couleur en moins d'une demi-heure. Ce temps, moindre que dans l'expérience précédente, peut sembler étonnant : c'est qu'ici nous avons seulement détruit le pourpre rétinien; les

matériaux de réserve des couches sous-jacentes ont été ménagés. Dans le premier cas, au contraire, sur l'animal vivant la décoloration n'était produite que lorsque les couches étaient provisoirement épuisées. Je n'indiquerai pas les autres variantes de cette expérience, qui d'ailleurs peut aussi se faire sur des Mammifères, mais plus difficilement.

C'est donc dans la couche des cellules pigmentaires qu'il faut chercher la matière première du pourpre rétinien. Mais quelle est-elle? Capranica considérait qu'elle consistait en une substance jaune colorant des globules très réfringents qui se trouvent dans ces cellules pigmentaires; cette opinion n'a pas obtenu la faveur des biologistes. Aujourd'hui on attribue ce rôle au pigment qui se trouve à la partie interne et dans les prolongements protoplasmiques de ces cellules, et sur lequel la lumière a une action évidente.

J'ai, en effet, déjà dit, lors de la description des optogrammes, que les parties de rétine exposées à la lumière avaient une grande tendance, lorsqu'on les enlevait, à entraîner avec elles le pigment sous-jacent. Cela tient à ce que, sous l'influence de l'excitation lumineuse, le protoplasma pousse de véritables jets entre les cônes et les bâtonnets, et le pigment suit la même marche. Ce fait est connu sous le nom de migration du pigment; il ne peut se mettre en évidence qu'à l'aide de préparations histologiques délicates, dont la technique est exposée dans les traités d'anatomie microscopique, entre autres dans celui de M. Ranvier. Pourquoi le pigment se déplace-t-il ainsi? C'est ce que l'on ne peut pas dire encore : c'est à des recherches ultérieures à décider si ce phénomène est, comme beaucoup de physiologistes tendent à le penser, en relation avec la régénération du pourpre rétinien. C'est un des points importants à établir maintenant.

Dr G. Weiss,
Professeur agrégé de Physique
à la Faculté de Médecine de Paris.

LA SYNTHÈSE INDUSTRIELLE DES HYDROCARBURES

EMPLOYÉS A L'ÉCLAIRAGE

La combinaison directe du charbon et de l'hydrogène dans l'arc électrique est une véritable synthèse, et, si nous pouvions former, de cette façon, de l'acétylène en quantité suffisante, il serait très facile d'obtenir, en partant de l'acétylène, tous les autres carbures d'hydrogène qui peuvent être employés pour l'éclairage. Si, par exemple, on fait passer de l'acétylène à travers un tube chauffé au rouge à peine visible, il se convertit rapidement et facilement en benzol; à une plus haute température on obtient de la naphtaline, tandis que, par l'action de l'hydrogène, il peut se former de l'éthylène et de l'éthane. Du benzol nous tirons facilement l'aniline et toute cette série de magnifiques substances colorantes qui, depuis vingt-cinq ans, font les délices du beau sexe, tandis que l'éthylène, obtenu de l'acétylène, peut facilement être converti en alcool éthylique par l'acide sulfurique et l'eau; on peut, à nouveau, tirer de l'alcool une riche variété d'autres substances organiques, de sorte que l'acétylène peut, sans exagération, être considéré comme une des grandes clefs de voûte de l'édifice organique, et, une fois qu'on aura trouvé une méthode peu coûteuse et pratique de le préparer, il est difficile de prévoir tous les résultats qu'il sera possible d'obtenir par la suite.

En 1836, on reconnut que, lorsqu'on prépare le potassium en distillant du carbonate de potasse uni à du carbone, il se forme de petites quantités d'un produit accessoire, composé de potassium et de carbone, que l'eau décompose avec dégagement d'acétylène; en même temps, Wöhler, en faisant fondre un alliage de zinc et de calcium avec du carbone, obtint un carbure de calcium, et vit dans ce corps la source d'où l'on pourrait obtenir de l'acétylène par l'action de l'eau.

Aucun autre résultat ne fut obtenu jusqu'à l'année 1892; cette année-là, L. Maquenne prépara du carbure de baryum en chauffant à une haute température un mélange de carbonate de baryte, de magnésium en poudre et de charbon de bois; le produit, traité par l'eau, dégageait de l'acétylène. Un peu plus tard, Travers fit du carbure de calcium en chauffant ensemble du chlorure de calcium, du carbone et du sodium. Toutefois, aucun de ces procédés ne promettait de donner des résultats pratiques au point de vue commercial, car le prix naturellement élevé du potassium, du sodium, du magnésium, ou du mélange calcium-zinc qu'il fallait employer, rendait trop coûteuse la production de l'acétylène au moyen des carbures.

Par l'emploi du four électrique, M. T. L. Wilson a récemment remarqué qu'un mélange contenant de la chaux et de l'anthracite en poudre, se transforme, en fondant sous l'influence de la température de l'arc, en une masse lourde, semi-métal-

lique. Il examina cette masse; comme elle n'était pas ce qu'il cherchait, il la jeta dans un baquet d'eau; le bouillonnement violent de l'eau qui en résulta indiqua le dégagement rapide d'un gaz, dont l'odeur intense força l'attention de l'expérimentateur; au contact d'une flamme, le gaz brûla, donnant une flamme fumeuse, mais cependant lumineuse.

M. L. T. Wilson, en étudiant la cause de ce phénomène, vit bientôt que, dans un four électrique convenablement construit, de la craie ou de la chaux broyée menu, mélangée avec du carbone en poudre sous une forme quelconque, que ce soit du charbon de bois, de l'anthracite, du coke, du charbon ou du graphite, peut se fondre en formant un composé connu sous le nom de carbure de calcium, contenant 40 parties en poids de l'élément calcium, base de la chaux, et 24 parties de carbone; si l'on y ajoute de l'eau, une double décomposition se produit : l'oxygène de l'eau se combine avec le calcium du carbure pour former de l'oxyde de calcium ou chaux, tandis que l'hydrogène s'unit au carbone du carbure pour former de l'acétylène. Le coût du gaz ainsi produit permet non seulement de l'employer directement dans le commerce, mais encore de s'en servir pour produire une grande quantité d'autres composés.

La production du carbure de calcium au moyen de la chaux et de toute espèce de carbone nous rend pratiquement indépendants du charbon de terre et de l'huile, et met dans nos mains le premier agent par lequel la Nature produit vraisemblablement ces grands emmagasinements souterrains de combustible liquide si largement utilisés aujourd'hui.

Le carbure de calcium est une substance gris foncé, ayant un poids spécifique de 2,262; lorsqu'il est pur, une livre anglaise de cette substance produira, en se décomposant, 5 pieds cubiques, 3 pouces (un mètre cube 60) d'acétylène. Mais, à moins qu'il ne soit très frais, et qu'on ait pris des précautions pour le préserver de l'air, la surface extérieure est légèrement attaquée par l'humidité atmosphérique, de sorte que, dans la pratique, la production ne dépassera pas cinq pieds cubiques (un mètre cube et demi). Toutefois, la densité et la dureté de la masse la garantit beaucoup contre l'action atmosphérique, de sorte que, lorsqu'elle est en morceaux, elle ne s'altère pas très vite; au contraire, à l'état de poudre, elle est influencée rapidement.

L'acétylène qu'on en tire, lorsqu'on dose ce gaz en l'absorbant avec le brome, — et, à titre de contrôle, par l'argent, — donne 98 °/₀ d'acétylène et 2 °/₀ d'air, et des traces d'hydrogène sulfuré, la présence de cette impureté étant due à des traces de sulfate de chaux — gypse — existant dans la chaux employée à sa fabrication, et à des pyrites qu'on rencontre dans le charbon employé.

L'acétylène est un gaz clair, sans couleur, à odeur extrêmement pénétrante, ressemblant un peu à celle de l'ail; son odeur forte offre une très grande sécurité quand on l'emploie, puisque la moindre fuite se perçoit de suite; il est certain que son odeur est tellement forte qu'il serait absolument impossible de pénétrer dans une chambre contenant une quantité dangereuse de ce gaz.

Cela est un point très important à signaler, car les recherches de Bistrow et de Liebreich montrent que le gaz est toxique; il se combine avec l'hémoglobine du sang pour former un composé similaire à celui que produit l'oxyde de carbone; mais le grand danger de ce dernier gaz, c'est que, n'ayant pas d'odeur, sa présence ne se révèle qu'aux premiers symptômes d'empoisonnement, tandis qu'on n'a point à craindre un pareil danger avec l'acétylène.

L'acétylène est soluble dans l'eau et dans la plupart des autres liquides, et, à la température et à la pression ordinaires de 60° Fahrenheit et 30 pouces de mercure (76 cm.), 10 volumes d'eau absorberont 11 volumes du gaz; mais, dès que le gaz est dissous, l'eau, étant saturée, cesse de l'absorber. De l'eau déjà saturée de gaz de houille n'absorbe pas l'acétylène si facilement, tandis que le gaz est pratiquement insoluble dans de l'eau salée saturée, — 100 volumes d'une solution de sel saturée ne dissolvant que 5 volumes du gaz. Le gaz est bien plus soluble dans l'alcool, qui, à la pression et à la température normales, absorbe six fois son propre volume d'acétylène, tandis que 10 volumes de paraffine, dans les mêmes conditions, absorberont 26 volumes du gaz. C'est un gaz lourd, ayant un poids spécifique de 0,91.

Lorsqu'on approche une lumière de l'acétylène, il brûle avec une flamme lumineuse et très fumeuse; et lorsqu'un mélange d'un volume d'acétylène et d'un volume d'air est allumé dans un cylindre, une flamme d'un rouge terne descend le long du cylindre, en laissant derrière elle une masse de suie, et en répandant une épaisse fumée noire. Lorsque l'acétylène est mélangé avec une fois et un quart son propre volume d'air, le mélange commence à être légèrement explosif, la violence explosive augmentant jusqu'à ce qu'elle atteigne un maximum avec environ douze fois son volume d'air, et elle diminue graduellement jusqu'à ce que, avec un mélange d'un volume d'acétylène pour vingt volumes d'air, ce gaz cesse d'être explosif.

Le gaz peut être condensé en liquide par la pression; Andrew admet qu'il se liquéfie à une pression de 21,5 atmosphères, à une température de 0° C.,

tandis que Cailletet avance qu'à 1° C. il a besoin d'une pression de 48 atmosphères. Le liquide ainsi produit est mobile, et extrêmement réfringent; quand on le répand dans l'air, le passage du liquide à l'état gazeux absorbe tant de chaleur qu'un peu du liquide qui s'échappe est converti en un solide semblable à la neige, qui prend feu quand on y applique une lumière, et brûle jusqu'à ce que le solide se convertisse en gaz et soit consumé.

Dans mes recherches sur le pouvoir lumineux de la flamme, j'ai fait voir que tous les carbures d'hydrogène présents dans le gaz de houille et autres flammes lumineuses sont convertis en acétylène par la cuisson qui a lieu dans la zone intérieure non lumineuse, avant qu'aucun effet lumineux se soit produit, et que c'est l'acétylène qui, par sa décomposition rapide à 1200° C., fournit la flamme lumineuse avec ces parcelles de carbone qui, chauffées à l'incandescence par des agents divers, donnent à la flamme le pouvoir d'émettre de la lumière. L'acétylène apparaissant ainsi comme une source de lumière, on croirait que nous avons dans ce gaz le plus puissant des hydrogènes carbonés gazeux éclairants, et l'expérience montre que tel est le cas.

Par suite de sa richesse intense, l'acétylène peut seulement être consumé dans de petits becs à flamme plate, mais, dans ces conditions, il émet une lumière plus grande que celle donnée par tout autre gaz connu, son pouvoir éclairant, calculé pour une consommation de 5 pieds cubiques (1m50) à l'air, n'étant pas au-dessous de 240 bougies.

POUVOIR ÉCLAIRANT DES CARBURES POUR UNE CONSOMMATION DE 5 PIEDS CUBIQUES (1m50) DE GAZ

	Bougies.
Méthane	5.2
Ethane	33.7
Propane	56.7
Ethylène	70.0
Buthylène	123.0
Acétylène	240.0

Il est établi que le carbure peut être produit à environ £ 4 (100 fr.) la tonne; on en déduit que ce produit aura un grand avenir devant lui, car une tonne produira 11.000 pieds cubiques de gaz (environ 4.000 mètres cubes). La chaux délaissée comme un produit accessoire coûterait 10 shillings (12 fr. 50) la tonne, et le gaz coûterait ainsi 6 sh. 4 1/2 d. par 1000 pieds cubes (8 fr. par 330 mètres cubes, soit 2 fr. 40 par 100 mètres cubes), et, en pouvoir éclairant, il serait égal au gaz de houille de Londres à 6 pence (0 fr. 60) les mille pieds cubiques. Sa production facile le rendrait propre à l'éclairage à la campagne, tandis que son grand pouvoir éclairant le rendrait utile pour enrichir les gaz de houille pauvres [1].

Prof. Vivian B. Lewes,
de la *Society of Arts* de Londres.

[1] Résumé d'un travail que l'auteur vient de présenter à la *Society of Arts* de la Grande-Bretagne et de publier dans le journal anglais *Nature* (n° 1317).

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

Le nombre des travaux et mémoires qui paraissent chaque année est plus élevé peut-être en Zoologie que dans n'importe quelle branche des sciences, et il est superflu d'insister sur la difficulté qu'éprouvent les zoologistes à se tenir au courant de tout ce qui se publie. Plus on va, plus ces difficultés augmentent, et les naturalistes se sont déjà préoccupés de moyens propres à remédier à l'insuffisance de nos recueils bibliographiques. H. Field [1] vient d'aborder de nouveau cette question et il demande à la Société Zoologique de France d'étudier un projet qui présenterait de grands avantages. Il propose de réunir les différents recueils de bibliographie zoologique en une seule publication qu'un bureau central, international, placé par exemple près d'une grande bibliothèque zoologique, à Londres ou à Naples, serait chargé de préparer. En outre, et c'est là ce qui constitue l'originalité du projet, ce bureau confectionnerait des fiches dont chacune porterait le titre de l'ouvrage avec l'indication très brève du sujet traité. Ces fiches seraient classées dans un index *ad hoc* et pourraient être envoyées aux abonnés. Ce bureau devrait, en outre, informer sans retard chaque abonné de la publication de tout ouvrage touchant à l'objet de ses recherches. Il suffirait d'indiquer au bureau les points sur lesquels chacun veut être renseigné et de s'abonner aux fiches correspondantes. Les indications portées sur les fiches pourraient être très courtes. Field donne comme exemple : Nitsche, *Studien über das Eichwild*. Zool. Anz. XI. p. 181-191, qu'on pourrait caractériser ainsi : Anatomie. *Dents*, *Ramure* (Tératologie); jambe (squelette).

Ce système offrirait des avantages que chacun peut apprécier, et sa réalisation ne paraît pas présenter de bien grandes difficultés, car il ne serait pas plus difficile de faire, pour la science, ce que font certains bureaux qui découpent, dans les journaux politiques, les articles intéressant leurs abonnés et les leur envoient.

[1] *Mém. Soc. Zool. France*, 1894.

C'est en grande partie afin de faciliter ou de supprimer des recherches bibliographiques très longues et très pénibles que la Société Zoologique d'Allemagne a conçu un projet vraiment considérable : la publication d'un ouvrage qui s'intitulerait *Das Work Species Animalium recentium*, sorte de catalogue raisonné de toutes les espèces animales actuellement vivantes ou connues aux temps préhistoriques, décrites jusqu'à ce jour [1]. Le nom de chaque espèce serait suivi de la synonymie, de données bibliographiques, d'une description suffisante et d'indications géographiques. Une Commission, composée de MM. Brauer, Carus, Döderlein, Ludwig, Möbius, Schulze et Spengel, s'occupe actuellement de cette importante question et s'est déjà entendue avec différents zoologistes pour faire paraître, le plus tôt possible, trois premiers volumes comprenant un grand groupe de Vertébrés, d'Arthropodes et d'animaux inférieurs. M. Böttger s'est engagé à faire les Anoures ou un groupe de Reptiles, M. Ortmann un groupe de Crustacés Décapodes, et M. Ludwig, les Holothuries. Déjà, à la réunion de la Société Zoologique qui s'est tenue à Munich, du 9 au 11 avril 1894, M. Ortmann a présenté le manuscrit relatif au genre *Palinurus* et M. Ludwig celui des Molpadides.

Il y a donc lieu d'espérer que cette grande entreprise ne restera pas à l'état de projet. Mais, pour que cette publication remplisse son but et fournisse aux zoologistes des documents vraiment utiles, il faut qu'elle fixe l'état de la science à un moment donné; il faut qu'une fois commencée, elle se continue activement et soit rapidement terminée. Quoi de plus inutile, dans leur ensemble, et de plus grotesque, que ces ouvrages commencés il y a trente ans et qui ne sont pas encore achevés aujourd'hui, dont les premiers volumes, véritables fossiles de la science, n'ont de commun que le nom avec ceux qui paraissent maintenant! Il est donc nécessaire que le nombre des collaborateurs soit assez élevé pour que chacun puisse terminer le groupe dont il s'est chargé dans un laps de temps très court, quelques années au plus. Les spécialistes ne manquent pas qui pourraient se partager la besogne, et la Société Zoologique d'Allemagne trouverait, si son œuvre doit être internationale, des collaborateurs assez nombreux pour que tous les manuscrits lui fussent remis en temps utile.

Cette publication constituerait un monument impérissable à l'usage des zoologistes du siècle futur, auxquels elle transmettrait l'état de la zoologie à la fin du XIXe siècle, qui, pendant ces trente dernières années, a vu éclore tant de travaux importants.

Afin d'établir un certain ordre dans cette Revue, où je ne puis effleurer que quelques sujets, j'examinerai successivement, autant que cela est possible, les travaux relatifs à l'organisation et au développement des Animaux, puis ceux qui se rapportent à la Zoologie pure, à l'étude des Faunes et à la Géographie zoologique.

I. — Protozoaires.

Depuis 1880, époque où Laveran découvrit les parasites endoglobulaires qui causent l'impaludisme, ces êtres et quelques formes voisines ont été beaucoup étudiés, mais à peu près exclusivement par des médecins, qui, n'ayant en Zoologie que des connaissances très vagues, avaient émis sur l'évolution de ces organismes les idées les plus invraisemblables. Labbé [1] a repris l'étude des parasites du sang des Vertébrés, qui passent, soit leur existence entière, soit une partie au moins, à l'intérieur des globules, en laissant de côté les questions de clinique ou de pathologie, et en se plaçant au point de vue purement zoologique. Envisagé de cette manière, le sujet était presque complètement neuf et l'auteur est arrivé à des résultats fort intéressants [2]. Il a été amené à distinguer chez ces êtres deux groupes très nettement distincts. Les *Hæmosporidies* ou *Hæmogrégarines* (fig. 1, 2 et 3), qui forment le premier groupe, se développent dans l'intérieur d'un globule de Vertébré à sang froid. Ils s'y présentent d'abord sous forme d'un organisme allongé (fig. 1, *a* et 2, *a* et *b*) pourvu d'un granule nucléinien qui s'entoure d'une membrane, acquiert une forme grégarinienne et sort du globule (fig. 1, *b*, et 2, *c*) pour mener, dans le sérum, une existence libre, au cours de laquelle des conjugaisons (fig. 1, *c*) pourront même avoir lieu. La reproduction est toujours intraglobulaire. Les parasites rentrent par l'extrémité pointue dans un globule, s'y recourbent de

[1] Schulze, Bericht d. Commiss. f. die *Species Animalium recentium*. *Verhdl. d. Deuts. zool. Gesell.* auf. d. vierste Jahresversammlung, 1894.

[1] *Arch. Zool. Exper.*, 3e série, t. II.

[2] D'après Labbé, le nombre des espèces animales hébergeant des parasites endoglobulaires est relativement restreint. Les Invertébrés n'en ont jamais présenté, pas plus que les Poissons. Parmi les Batraciens, on n'en trouve que chez la Grenouille (*R. esculenta*) qui est fréquemment infestée par plusieurs espèces différentes. Parmi les Reptiles, c'est chez les Lézards et les Tortues d'eau douce qu'on en rencontre le plus souvent. Il n'est pas rare d'en observer chez les Oiseaux, mais il est curieux de constater que, tandis qu'en Italie la plupart des espèces sont infestées, à Paris et dans le Nord de la France, quelques espèces seulement (Alouette, Pinson, Étourneau, Geai) renferment des parasites. Enfin, parmi les Mammifères, l'homme est le seul qui présente, dans les cas d'impaludisme, des parasites endoglobulaires.

Tout récemment, A. Billet (*C. R. Soc. Biologie*, 1895) a constaté l'existence de ces parasites chez les Ophidiens.

façon à faire coïncider leurs deux bouts et deviennent sphériques; ils s'entourent d'une membrane et forment un kyste ou *cytocyste* (fig. 3, *a*), qui donne naissance à des *sporozoïtes* (fig. 3, *b*, *c*, *d*) renfermant chacun une partie du noyau divisé (il y a toujours un nucléus de reliquat *n*). Les sporozoïtes, mis en liberté par la rupture du kyste et du globule, pénétreront dans un nouveau globule et recommenceront le cycle d'évolution que je viens de résumer.

Les *Gymnosporidies* (fig. 4, 5 et 6) passent toute leur existence dans l'intérieur d'un globule, généralement d'animal à sang chaud. Le parasite qui a pénétré dans le globule, y prend, soit une forme amœboïde, soit une forme en croissant (fig. 4, 5 et 6, *a*), puis se transforme en *spore* qui, sans donner de kyste, se divise en un certain nombre de sporozoïtes (fig. 4, *c*, *d*, — 5, *b*, — et 6, *c*, *d*) avec nucléus de reliquat. Il y a des formes *disporées* (*Halteridium* du sang de l'alouette, fig. 4) et *monosporées* (*Hæmamœba* de l'homme, fig. 6). Quant à la forme flagellée, ou *polymitus* (fig. 7.), considérée par les auteurs comme un stade de développement, ce n'est qu'un produit artificiel dû au refroidissement du sang quand il sort de l'animal : c'est une forme *mourante;* elle prend naissance dans les préparations.

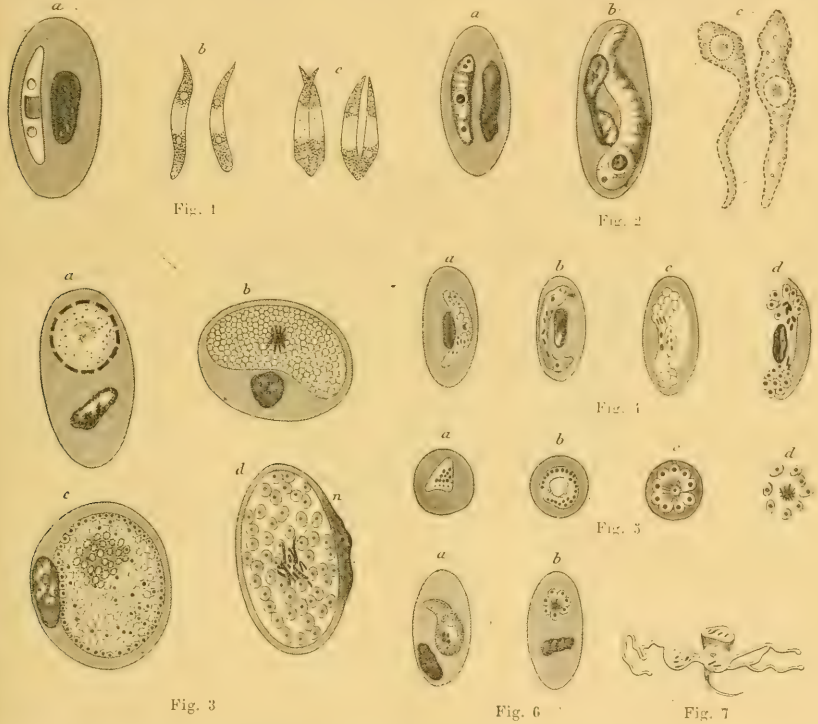


Fig. 1-7. — *Parasites endoglobulaires du sang des Vertébrés, d'après Labbé.*

Fig. 1. — *Drepanidium* du sang de la Grenouille; *a*, parasite endoglobulaire dans son globule; *b*, parasites libres; *c*, conjugaisons. — Fig. 2. — *Danilewsky* du sang du Lézard; *a*, *b*, phases endoglobulaires; *c*, parasites libres. — Fig. 3. — Diverses phases de la reproduction du *Drepanidium*; *a*, cytocyste; *b*, *c*, division du contenu du cytocyste; *d*, sporulation. — Fig. 4. — *Halteridium* du sang de l'Alouette; parasites endoglobulaires (*a*,*b*) et sporulation (*c*,*d*). — Fig. 5. — *Hæmamœba* du sang de l'Homme; *a*, parasite endoglobulaire; *b*,*c* et *d*, différentes phases de la sporulation. — Fig. 6. — *Proteosoma* du sang du Pinson; parasite endoglobulaire (*a* et sporulation (*b*). — Fig. 7. — *Polymitus d'Halteridium.*

Les affinités des parasites endoglobulaires sont fort intéressantes. Les Hæmosporidies ne diffèrent des Grégarines que par leurs kystes, qui ne sont jamais intracellulaires chez ces dernières, et des Coccidies que par leur phase libre; elles relient donc ces deux groupes de Sporozoaires. Comparées aux Grégarines, les Hæmosporidies offrent une infériorité incontestable; la dégradation parasitaire est encore plus sensible chez les Gymnosporidies : celles-ci sont des Coccidies acystiques à phase adulte amœboïde et dégradées par une sporulation intracellulaire.

Aussi Labbé divise-t-il les Sporozoaires en : *Cytozoaires*, qui, pendant une période au moins de leur existence, ont une vie intracellulaire (*Grégarines*, *Hæmosporidies*, *Coccidies*, *Gymnosporidies*) et *Histozoaires*, qui n'ont pas de stade d'accroissement intracellulaire (*Myxosporidies*, *Microsporidies*, *Sarcosporidies*).

Les autres travaux qui se rapportent aux Protozoaires ne présentent point l'importance du précédent : je ne signalerai que ceux qui traitent de la division chez ces êtres. Les phénomènes s'y présentent souvent avec des caractères étranges, bien différents de ceux que l'on est habitué à rencontrer chez les Métazoaires. Ainsi Blochmann[1], chez les Euglènes, et Schaudinn[2] chez les Foraminifères, ont décrit des modes de division très particuliers. Rompell[3] a observé les centrosomes chez un Infusoire parasite des *Nebalia* : c'est la première fois qu'on les rencontre chez les Infusoires, et Ischikawa[4] a reconnu que, chez les Noctiluques, ces corps se forment aux dépens du protoplasma.

II. — Spongiaires.

Les recherches les plus récentes sur le développement des Eponges ont abouti à des résultats qui renversent complètement les idées anciennes sur la signification de l'organisme chez ces animaux. Il y a deux ans à peine qu'à la suite de ses recherches sur l'embryologie de quelques Eponges siliceuses, Delage est arrivé à cette conclusion surprenante que l'épiderme de l'Éponge adulte est constitué par des cellules primitivement internes, tandis que les cellules externes de la larve rentrent à l'intérieur après la fixation. Ces résultats étaient en désaccord formel avec les opinions courantes et ils avaient été admis avec quelques réserves par les zoologistes. Ils viennent d'être confirmés tout récemment par Maas[5], dont le travail offre le plus grand intérêt. Ce savant a pu étendre ses recherches à un certain nombre d'Eponges siliceuses, appartenant aux familles des *Homorhaphidés*, *Hétérorhaphidés*, *Desmacidonidés* et *Axinellidés*, et en suivre l'évolution dès les premiers stades de la segmentation et de la formation des feuillets, dont l'étude n'avait pas été abordée par Delage. Voici, d'après Maas, comment s'opère la métamorphose : La larve présente une couche de cellules externes flagellées, recouvrant une masse cellulaire centrale. Lorsque la fixation est opérée (fig. 8), les cellules externes perdent leurs flagella (*ect*) et s'enfoncent dans la massse centrale, dont les cellules subissent en même temps une différenciation : les unes (*e*) s'aplatissent et, se portant vers la périphérie, s'étaleront en une couche continue, qui est l'ectoderme *définitif*, ou tapisseront les cavités sous-dermiques; les autres (*m*) resteront en place et constitueront les divers éléments du parenchyme de l'Eponge. Pendant ce temps, les cellules primitivement externes qui s'étaient invaginées, s'organisent par petits groupes; chacune deviendra une *corbeille vibratile*, dont la genèse est interprétée d'une manière un peu différente par Delage et par Maas.

Fig. 8. — *Coupe d'une larve de* Clathria Coralloïdes, *une minute après sa fixation, d'après Maas.* — *ect*, cellules ectodermiques flagellifères de la larve s'invaginant dans la masse des cellules centrales *m*; certaines de ces dernières cellules (*e*) se portent sur la périphérie et se constituent en couche externe continue, qui deviendra l'ectoderme définitif de l'Eponge; *sp.* spicules.

Nöldecke[1] a confirmé, chez la Spongille, la pénétration, dans l'intérieur de la larve, des cellules externes flagellées ; mais il admet que ces cellules se résorbent complètement et ne sont l'origine d'aucune formation. Ces divergences d'opinion ne tarderont pas, sans doute, à être expliquées; mais le fait important, et désormais acquis à la science, qui se dégage de ces recherches, c'est qu'il n'est plus possible de considérer les Eponges comme des animaux à trois feuillets, dont l'endoderme formerait les corbeilles vibratiles. Les deux feuillets primaires s'établissent, chez la larve, par les procédés ordinaires, mais c'est là le seul caractère que les Eponges partagent avec les Métazoaires, car, dès que les deux feuillets sont formés, le développement prend une allure toute particulière. Il se produit une véritable *inversion* des feuillets, une partie de l'endoderme produisant les cellules de recouvrement de l'Éponge adulte,

[1] *Biol. Centralblatt.* Bd XIV.
[2] *Zeits. f. wiss. Zool.* Bd LVII.
[3] *Zeits. f. wiss. Zool.* Bd LVIII.
[4] *Journ. Coll. Sc. Japan.* vol. VII.
[5] *Zool. Jahrbücher.* (Abth. f. Anatomie) Bd VII.

[1] Ibid. Bd. VIII.

tandis que l'ectoderme s'enfonce dans les tissus profonds et fournit probablement les éléments des corbeilles vibratiles.

III. — Vers.

Les recherches entreprises par Jammes[1] sur les Nématodes montrent que certains organes de ces êtres ont une structure plus simple qu'on ne l'admettait jusqu'à maintenant. Ainsi, pour cet auteur, les dispositions fort complexes, qui ont été décrites avec beaucoup de détail dans le système nerveux des *Ascaris* en particulier, n'existent pas. Le système nerveux et la couche granuleuse constituent un seul et même tissu résultant de la transformation de l'ectoderme après qu'il a sécrété la cuticule. La plupart des cellules de cet ectoderme se transforment, comme on sait, en fibrilles anastomosées; les autres conservent leur forme et persistent au sein de la couche de fibrilles; on les retrouve chez l'adulte, en différents points : elles sont particulièrement nombreuses autour du pharynx et au voisinage des orifices génital et anal. Mais on ne saurait voir, dans ces amas de cellules, des *ganglions* distincts : encore moins peut-on parler de *nerfs* à trajet compliqué. Le système nerveux ne s'est pas séparé de l'ectoderme chez les Nématodes parasites, et ce caractère paraît dû à la présence d'une cuticule, car il semble d'autant plus accentué que l'adaptation au parasitisme est plus marquée. En effet, chez les formes libres où la cuticule est très mince, les cellules qui entourent l'œsophage se différencient en un collier nerveux distinct[2].

L'étude du développement a conduit le même auteur à des résultats très intéressants. La segmentation de l'œuf, régulière, aboutit à la formation d'une *morula* pleine qui, par délamination, se partage en une couche ectodermique et une masse centrale de protendoderme; un nouveau clivage sépare ensuite le mésoderme, qui s'écarte de l'endoderme, tout en conservant avec lui des communications sous forme de ponts protoplasmiques traversant la cavité générale. Ce feuillet offre donc un caractère mésenchymateux et se présente comme un schizocèle comparable à celui des Plathelminthes; seulement, tandis que, chez ces derniers, le caractère mésenchymateux du mésoderme s'accentue de plus en plus, chez les Nématodes, ce feuillet, en se régularisant, prend la disposition épithéliale que l'on connaît et limite une cavité générale spacieuse. Cette ressemblance dans le mode de formation du feuillet moyen chez les Plathelminthes et les Némathelminthes doit être notée avec soin, car elle établit entre ces deux groupes un lien de parenté qu'on n'avait pas encore soupçonné.

Je suis obligé de passer très rapidement, malgré l'importance qu'ils présentent, sur les nombreux travaux dont les Plathelminthes ont été l'objet : beaucoup de ces travaux sont surtout descriptifs, tout en renfermant des données anatomiques. Tels sont les mémoires de Loos[1] sur les Distomes des Poissons et des Batraciens d'Allemagne, de Monticelli[2] sur les Trématodes endoparasites (avec une étude anatomique d'un Distome qui vit dans les canaux gastrovasculaires du *Beroe ovata* et qu'à cause de la forme de sa ventouse l'auteur a appelé *D. calyprocotyle*), de Will[3] sur le *Caryophyllæus*, de Stiles[4] sur l'appareil excréteur des Tænias, d'Olsson[5] sur les Cestodes de Suède, de Goto[6] sur les Trématodes ectoparasites du Japon. Ce dernier auteur a discuté avec beaucoup de talent les homologies des différentes parties de l'appareil génital des Plathelminthes et il montre en particulier que le canal de Laurer des Endoparasites et le canal vitello-intestinal des Ectoparasites sont des formations homologues. Je signalerai également plusieurs mémoires sur la *Bilharzia hæmatobia*, dont l'étude paraît être à l'ordre du jour et qui a fait l'objet des recherches de Sonsino[7], de Loos[8], et de Lortet et Vialleton[9]. Les deux savants français viennent de publier une importante monographie de ce Distome; mais, malgré leurs efforts, ils n'ont pu découvrir l'hôte intermédiaire de la *Bilharzia*.

IV. — Arthropodes.

Le mémoire que Roule[10] vient de publier sur le développement du *Porcellio* est un des rares travaux où le développement d'un Crustacé soit suivi, sans idée préconçue, depuis les débuts de la segmentation jusqu'à la formation des organes. Les données que nous possédions sur cette question étaient très incertaines, soit par suite du manque de renseignements sur les premiers stades, soit à cause de la préoccupation constante que les

[1] Recherches sur l'organisation et le développement des Nématodes. *Thèse de doctorat ès sciences naturelles*, Paris. 1894.

[2] Villot a déjà reconnu que, chez les *Gordius*, le cordon nerveux ventral ne peut pas être séparé de l'hypoderme, avec les éléments duquel il est en continuité; ses observations sont confirmées par Jammes.

[1] *Biblioth. Zool.* Bd. XVI.
[2] *Zool. Jahrbücher*, Bd. VII.
[3] *Zeits. f. wiss. Zool.* Bd. LVI.
[4] *Centralblatt f. Bakter. u. Parasitk.* Bd. XII.
[5] *Svenska Vet Acad. Handl.* Bd. XXV.
[6] *Journ. Coll. Sc. Japan*, vol. VIII.
[7] *Atti Soc. Toscan. Sc. Nat.*, vol. IX.
[8] Loos *in* Leuckart. *Die Parasiten des Menschens*. Bd. I, p. 519-528.
[9] *Annales Univers.* Lyon. T. IX.
[10] *Ann. Sc. Nat. Zool.*, 7e série, t. XVIII.

auteurs avaient de retrouver les indices d'une gastrulation. D'après les observations de Roule sur différents types, la gastrula n'existerait pas chez les Crustacés et l'on aurait toujours confondu avec une invagination gastrulaire la formation du *stomodæum* qui fournit une portion importante de l'appareil digestif. N'est-il pas étrange, en effet, qu'on décrive une gastrula par embolie précisément chez des Crustacés, tels que l'Écrevisse, qui sont des types très modifiés et dont l'embryogénie est condensée ?

Roule s'est donc proposé de revoir très attentivement les premières phases du développement des Crustacés et il a commencé par les Edriophthalmes. Il a choisi deux types, le *Porcellio scaber* et l'*Asellus aquaticus*, qui peuvent servir d'exemple pour montrer l'uniformité génétique du blastoderme malgré les différences dans le mode de segmentation. L'œuf de l'*Asellus* est, en effet, petit, relativement pauvre en vitellus et il subit une segmentation totale, mais inégale; chez le *Porcellio*, au contraire, il est gros, riche en vitellus et offre une cicatricule qui seule subit la segmentation. Malgré cette différence, l'œuf se convertit dans les deux cas en une *planula* formée d'un blastoderme à une seule couche entourant une masse centrale de vitellus (fig. 9). Des cellules nées par division sur la face interne de ce blastoderme (*ect*) pénétreront dans le vitellus et donneront naissance à un tissu mésenchymateux (*p*) qui représente le protendoderme. Ces cellules émettent des expansions pseudopodiques et se nourrissent du vitellus à la manière de phagocytes. Elles naissent d'abord sur toute l'étendue du blastoderme, mais leur formation ne tarde pas à devenir plus active dans deux régions symétriques (fig. 9, *b*), parallèles à l'axe longitudinal de l'embryon, de chaque côté de la future ligne médiane ventrale; il en résultera deux

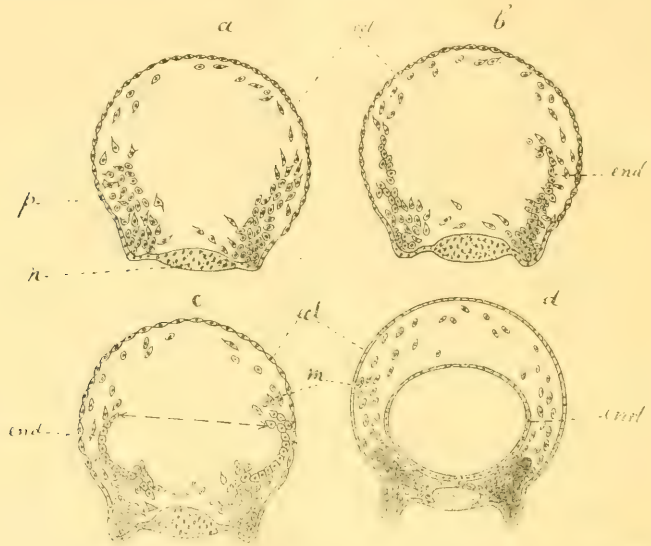


Fig. 9. — *Formation des feuillets embryonnaires chez les Crustacés Edriophthalmes, d'après Roule : coupes transversales d'embryon de* Porcellio *à différents stades : ect*, ectoderme; *p*, protendoderme se différenciant en endoderme *end* et en mésoderme *m*; *n*, chaîne nerveuse.

files régulières de cellules qui s'enfoncent dans le vitellus, qu'elles découperont comme à l'emporte-pièce (fig. 9, *c*, *end*); puis, se recourbant par leur bord libre, elles iront à la rencontre l'une de l'autre pour se réunir et se souder (fig. 9, *d*). Le tube ainsi formé est l'entéron, limité par des cellules endodermiques; il est tout d'abord rempli de vitellus, qui sera résorbé; quant aux cellules mésenchymateuses restées en dehors, elles deviendront le mésoderme.

Ce mode de formation du blastoderme et des feuillets embryonnaires s'observerait, d'après Roule, non seulement chez la plupart des Crustacés, mais encore chez beaucoup d'autres Arthropodes, et il serait assez disposé à le considérer comme caractéristique de ce groupe. J'aurai sans doute l'occasion de revenir plus tard sur ce sujet, car cet auteur annonce une série de mémoires sur le développement des Arthropodes.

Il ne peut pas être question, bien entendu, d'é-

tablir, pour un groupe tout entier, un schéma du développement dans lequel tous les cas devraient invariablement rentrer. Parmi les groupes qui s'écartent quelque peu du type observé chez les Edriophthalmes, on peut citer les Cirrhipèdes. D'après les récents travaux de Groom [1], la segmentation de l'œuf est totale et inégale et les petites cellules ectodermiques entourent une grosse cellule centrale chargée de vitellus, comme chez l'*Asellus*. Au pôle opposé au pôle germinatif, cette dernière fournira un certain nombre de cellules mésodermiques, puis elle se divisera en cellules endodermiques qui perdront leur vitellus pendant que l'intestin se façonnera. Il y a ici un raccourcissement du développement qui n'a rien d'étonnant chez des êtres aussi modifiés que les Cirrhipèdes.

Ces mêmes Crustacés ont aussi fait l'objet des recherches de Gruvel [2], qui a étudié différents points de l'organisation des Balanes et des Lépadides adultes. Il s'est rendu compte du mode de formation du test des Balanes, dont la partie interne est sécrétée par le manteau, tandis que la partie externe est formée par des glandes particulières. Il démontre l'absence d'un cœur, déjà nié par moi-même, mais dont l'existence était admise tout dernièrement encore par Nussbaum, et il prouve que la circulation du liquide nourricier dans le capitulum et dans le pédoncule des Lepadides s'effectue grâce aux contractions du corps. Il confirme mes observations sur la structure des éléments nerveux et il a pu s'assurer que l'œil, loin d'être, comme le prétendait Nussbaum, un organe atrophié et inutile, peut recevoir les rayons lumineux et être impressionné par eux. Le même auteur nous donne des renseignements très précis sur les appareils d'excrétion des Cirrhipèdes. Les organes rénaux, découverts par Hoeck, sont des sacs clos ne s'ouvrant pas à l'extérieur chez l'adulte : ce sont des reins d'*accumulation*, ainsi que je l'ai déjà indiqué ; toutefois, les produits qu'ils excrètent peuvent passer, par osmose, dans la cavité générale qui communique avec l'extérieur. C'est du moins ce qui arrive chez l'adulte, car pendant le jeune âge les reins s'ouvrent au dehors, mais les orifices externes s'oblitèrent dans la suite du développement [3]. Les glandes cémentaires et les cellules épithéliales pigmentées du manteau sont aussi des appareils excréteurs.

En injectant des matières colorantes dans la cavité générale d'après la méthode de Kowalevsky, Gruvel a observé que ces cellules pigmentées éliminaient l'*echtroth* et le carmin d'indigo, tandis que les reins excrétaient le carmin. Il y a donc, dans les appareils excréteurs des Cirrhipèdes, une division de travail comparable à celle qui a été découverte par Kowalevsky chez d'autres Arthropodes.

Je ne voudrais pas passer sous silence une intéressante observation, faite par Hofer [1], d'une Écrevisse dont l'un des pédoncules oculaires était transformé en un appendice biramé ayant la constitution typique d'un appendice de Crustacé. Ce fait fournit un argument de grande valeur à opposer aux naturalistes qui, à l'exemple de Claus, considèrent les pédoncules oculaires des Podophthalmes comme une simple portion de la tête, et elle confirme au contraire l'opinion de ceux qui leur attribuent la valeur de véritables appendices [2].

La question doit d'ailleurs être élargie et la solution qu'elle comporte doit être étendue à tous les Arthropodes. La plupart des zoologistes français, suivant l'exemple de Perrier, accordent à la région de la tête des Arthropodes qui porte les yeux la valeur d'un segment, d'un méride. L'anatomie comparée confirme cette manière de voir. Ainsi Bordas [3], qui vient d'étudier les nombreuses glandes salivaires des Hyménoptères, rapporte les différents groupes glandulaires à chacun des six mérides qui constituent la tête d'un Insecte. Les glandes salivaires thoraciques et post-cérébrales correspondent au méride oculaire ; les glandes supracérébrales, sublinguales, mandibulaires, maxillaires et linguales répondent respectivement aux mérides des antennes, du labre, des mandibules et des mâchoires supérieure et inférieure.

J'aurai l'occasion d'analyser tout au long dans cette *Revue* le travail de Bordas sur l'appareil glandulaire des Hyménoptères et je prie le lecteur de vouloir bien se reporter au compte rendu que j'en ferai.

Kowalevsky [4], dont j'ai déjà cité le nom tout à l'heure, a poursuivi les recherches qu'il a commencées depuis quelques années sur l'appareil glandulaire, et en particulier sur les reins et les organes formateurs des globules sanguins des Arthropodes. Il a imaginé une méthode très élégante consistant à injecter, chez les animaux en expérience, des cultures de bactéries pathogènes afin d'observer comment celles-ci se comportent vis-à-vis des phagocytes. C'est au cours de ces re-

[1] *Philosoph. Transact.*, vol. CLXXXV.
[2] *Arch. Zool. Exp.*, 3e série, t. I.
[3] *C. R. Acad. Sc. Paris.*, t. CXIX.

[1] *Verh. Deuts. Zool. Gesell.* 1894.
[2] On peut citer, à l'appui de cette manière de voir, une disposition remarquable observée chez les Coccides mâles, dont l'ouverture buccale est oblitérée et qui, à la place des pièces masticatrices atrophiées, portent des yeux.
[3] *Ann. Sc. Nat. Zool.*, t. XIX.
[4] *C. R. Acad. Sc. Paris* et *Bull. Acad. Imp. Sc. Pétersbourg* (4), t. XXXVI.

cherches, faites surtout à un point de vue physiologique, qu'il découvrit chez différents Orthoptères (Acridiens et Locustiens) un fait nouveau et absolument inattendu : c'est la pénétration, dans le cœur, de tubes de Malpighi qui y décrivent plusieurs replis, puis passent dans la chambre péricardiale.

L'étude anatomique des Insectes ménage rarement de ces surprises, car leur organisation est assez uniforme; en revanche, l'observation attentive du genre de vie et des conditions d'existence de certaines espèces fournit souvent des résultats fort intéressants. Tels sont ceux que Künckel d'Herculais, dont l'autorité est grande en cette matière, a résumés, l'an dernier, dans diverses notes [1]. C'est d'abord une étude sur la phase dite *pseudochrysalide* des Insectes vésicants à évolution retardée, où il établit que la prétendue hypermétamorphose est comparable à un enkystement et ne s'accompagne jamais de phénomènes d'histolyse ou d'histogenèse : aussi Künckel propose-t-il de remplacer ce terme, très impropre, par celui d'*hypnodie*, qui exprime d'une manière plus exacte l'arrêt de développement subi. C'est ensuite une série de travaux sur les Diptères parasites des Criquets d'Algérie. L'un de ces Diptères, un Bombylide, rappelle, dans son développement, les Coléoptères vésicants, car il passe l'hiver en hypnodie. La proportion de ces Diptères parasites est plus élevée dans les gisements du Tell (38 %) que dans ceux des Hauts-Plateaux (8 %); et, comme ils jouent un rôle considérable dans la destruction des *Stauronotus*, on s'explique pourquoi le Tell est la région subpermanente et temporaire, et les Hauts-Plateaux, la région permanente d'habitat de ces Acridiens. D'autres Diptères, tels que le *Sarcophaga clathrata*, se développent à l'état de larve dans l'intérieur même des Criquets ; en absorbant l'oxygène, en dévorant le tissu adipeux de leur hôte, ces larves amènent une insuffisance générale de la nutrition qui produit l'atrophie des organes génitaux. C'est un nouvel exemple de castration parasitaire. Il est inutile d'insister sur l'intérêt que nous avons à connaître exactement le genre de vie de ces parasites qui pourraient être des auxiliaires très précieux dans la lutte contre les Criquets. Les *Anthonya* et les *Idia*, qui ont la propriété de fouir la terre pour y déposer leurs œufs, détruisent également un grand nombre de sauterelles grâce à leurs larves oophages. Or, Künckel a observé que, si ces Diptères sont capables de pénétrer dans les terres fortes, ils sont impuissants à traverser les sols légers. D'où il résulte que les œufs de Criquets placés dans les terres fortes pourront être détruits par les parasites, tandis qu'il importe de surveiller attentivement les gisements d'œufs situés dans les terrains sablonneux, qui seuls produisent de véritables armées de sauterelles.

[1] *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. CXVIII.

V. — Vertébrés.

Semon [1] vient de faire paraître le premier fascicule d'un ouvrage consacré à l'étude des matériaux recueillis par lui en Australie et dont la partie la plus importante comprendra l'exposé du développement du *Ceratodus*, de l'*Hatteria*, des Monotrèmes et des Marsupiaux. Tous ces types sont, en effet, très anciens et Hæckel a pu, à juste titre, les appeler des *fossiles vivants* : aussi le plus grand intérêt s'attache-t-il à la connaissance de leur embryologie.

Le premier fascicule qui vient d'être publié est relatif au *Ceratodus*, type intermédiaire entre les Batraciens et les Cyclostomes, et traite du genre de vie, de la segmentation de l'œuf et du développement extérieur de cet animal.

Contrairement à l'opinion générale, il n'y a qu'une seule espèce de *Ceratodus*, le *C. Forsteri*, car le *Barramunda*, qu'on croyait être une deuxième espèce, est un *Osteoglossum*. Actuellement les *Ceratodus* sont localisés dans deux cours d'eau du Queensland et ne se trouvent nulle part ailleurs en Australie. Ces cours d'eau, qui, au moment des pluies, charrient d'énormes masses de liquide, sont presque à sec pendant une partie de l'année; les *Ceratodus* se réfugient alors dans les trous où l'eau stagne. Ils ne s'enfoncent jamais dans la vase, comme on l'admettait, et c'est à ce moment qu'ils utilisent surtout leur respiration pulmonaire, qui leur permet de vivre pendant très longtemps dans de l'eau non renouvelée et même souillée par des matières organiques; mais ils meurent très rapidement hors de l'eau et ils ne partagent pas du tout avec les *Lepidosiren* la propriété de passer l'été hors de l'eau, enfouis dans la vase. Vienne une année de sécheresse exceptionnelle, qui dessécherait complètement les deux seuls cours d'eau où on le trouve maintenant, et le *Ceratodus* disparaîtra pour jamais, ainsi qu'il a déjà disparu, sans doute pour la même raison, des autres cours d'eau d'Australie.

L'œuf du *Ceratodus* est entouré d'une membrane gélatineuse résistante. La segmentation qu'il subit rappelle, dans ses grands traits, celle de l'œuf des Ganoïdes et surtout des Batraciens. Il se forme une invagination gastrique et le blastopore se prolonge sur la face dorsale de l'embryon, vers

[1] *Zool. Forschungsreise in Australien und dem Malaischen Archipel*, Bd I.

la future extrémité céphalique, par une ligne onduleuse qui se trouve au fond du repli médullaire (fig. 10, *a*). L'embryon se détache du vitellus de la même manière que chez les Cyclostomes et les Amphibiens, par sa région antérieure (fig. 10, *b*), tandis que les régions moyenne et postérieure lui restent appliquées. Le travail de Semon ne renfermant, pour le moment, que des données sur le développement extérieur du *Ceratodus*, la partie la plus importante de son travail est réservée pour un autre fascicule. Néanmoins, on peut déjà en retenir cette conclusion très importante, que, d'une manière générale, le développement du *Ceratodus* s'éloigne de celui des Ganoïdes, tandis qu'il présente des affinités très étroites avec celui des Batraciens, d'une part, et avec celui des Cyclostomes, de l'autre.

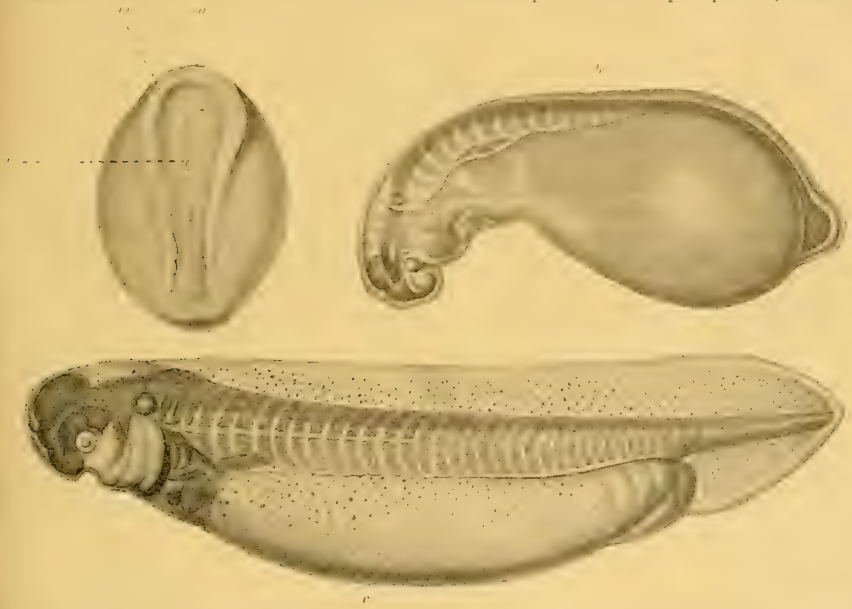


Fig. 10. — *Développement du* Ceratodus Forsteri *d'après Semon.* — *a*, formation des replis médullaires (*m*) entre lesquels on aperçoit une ligne onduleuse *o* qui prolonge le blastopore; *b*, embryon, dont l'extrémité céphalique est dégagée du vitellus; *c*, embryon au moment où il sort de l'œuf.

Semon [1] vient de résumer, dans une note préliminaire, ses recherches sur les membranes fœtales des Monotrèmes et des Marsupiaux. Je crois préférable d'attendre, pour en parler, la publication de son travail définitif et je me contenterai de signaler la disposition des membranes chez le *Phascolarctus cinereus*, dont l'allantoïde, très développée et vascularisée, sert à la respiration, disposition bien différente de celle qu'on a observée chez d'autres Marsupiaux et qui rappelle le type des Placentaires inférieurs.

[1] *Verh. deuts. Zool. Gesell.* 1894.

VI. Géographie zoologique et étude des faunes.

On sait que la division proposée par Wallace en six grandes régions zoologiques a été quelque peu critiquée et qu'en particulier certains naturalistes se sont élevés contre la séparation des régions Palæarctique et Néarctique qu'ils réunissent en une seule région appelée Holarctique. C'est pour répondre à ces critiques que Wallace [1] a examiné de nouveau la distribution des Oiseaux et des Mammifères dans les régions en question. Il trouve que, pour les Mammifères, les régions Palæarctique et Néarctique renferment respectivement 58 % et 56 % des genres qui n'existent pas dans l'autre région. Pour les Oiseaux, il y a plus des 2/3 des genres Palæarctiques et un peu moins des 2/3 des genres Néarctiques qui ne se trouvent pas dans l'autre région. Ces chiffres justifient suffisamment, d'après lui, les divisions qu'il a établies.

A la vérité, ces chiffres sont exacts, mais Wallace a négligé d'indiquer que beaucoup des genres propres à la région Néarctique s'y trouvaient localisés dans une portion restreinte. C'est ce que n'a pas

[1] *Nat. Sc.*, vol. IV.

manqué de faire ressortir Carpenter[1] qui, reprenant une idée déjà émise par Merriam[2], démembre la région Néarctique en deux parties : l'une, qu'il appelle *Boréale*, comprend le Canada et la partie septentrionale des États-Unis, et l'autre, qu'il appelle *Sonoréenne*, s'étend jusqu'aux limites de la région tropicale. Or il y a une très grande analogie entre la faune septentrionale de l'Amérique du Nord et celle de l'Europe et de l'Asie tempérées, tandis que la région sonoréenne possède une faune tout à fait à part. Les chiffres suivants, donnés par Carpenter, font nettement ressortir cette différence :

	MAMMIFÈRES	OISEAUX
Genres communs aux régions Boréale et Sonoréenne.	2	30
Genres propres à la région Boréale.	10	2
Genres propres à la rég. Sonoréenne.	27	81

D'autres groupes d'animaux, les Reptiles par exemple, fournissent des résultats analogues, et j'ajouterai que l'étude de la répartition des Scorpions a également conduit Pocock[3] à admettre l'indépendance de la région Sonoréenne. Aussi Carpenter propose-t-il d'appliquer le nom d'Holarctique, ou de *Grande région septentrionale*, à l'ensemble des régions Palæarctique et Boréale, et de faire de la région Sonoréenne une deuxième grande région ayant la même importance et la même indépendance que la première. Cette division très rationnelle sera évidemment adoptée de préférence à celle de Wallace.

Faunes marines. — Les progrès réalisés depuis quelques années dans la taxonomie des Éponges et qui sont dus en grande partie à l'étude des formes rapportées par le *Challenger*, sont tels que celui qui s'occuperait aujourd'hui de ces animaux en suivant les travaux de Bowerbank, de Haeckel et d'O. Schmidt, ne serait plus compris et semblerait, comme le dit Topsent, parler une langue morte. L'ouvrage de Bowerbank se trouvant dans toutes les bibliothèques et servant encore aujourd'hui de base à la détermination des Éponges de nos côtes, il faut savoir gré à Hanitsch[4] et à Topsent[5] d'avoir cherché à le rajeunir en publiant, en regard des anciennes dénominations, les noms conformes à la nomenclature actuelle. Topsent a fait, en particulier, une revision complète des espèces de Bowerbank ; il a supprimé les noms inutiles et établi la synonymie des autres.

Ce même auteur commence la publication d'une monographie des Spongiaires de France[1]. Il admet la classification des Éponges en *Calcarea*, *Trionoxia*, et *Desmospongia*, ces dernières divisées elles-mêmes en *Tetractinellida*, *Monasconida*, *Carnosa* et *Monoceratina*. La monographie des Tétractinellidés vient de paraître. En publiant la série de monographies qu'il annonce et pour la rédaction desquelles il possède une compétence toute spéciale, Topsent comblera une grosse lacune et son œuvre sera appréciée à sa valeur par les zoologistes de profession, auxquels elle permettra d'aborder la détermination, si difficile, des Éponges de nos côtes.

J'en pourrai dire autant des travaux du baron de Saint-Joseph[2] qui poursuit, depuis de longues années, l'étude des Annélides des côtes de Bretagne et qui a publié successivement en 1887, 1888 et 1894, trois mémoires renfermant de nombreuses observations sur les formes observées par lui. C'est peut-être le dernier mémoire qui renferme les parties les plus neuves et les plus originales. Je veux parler des chapitres consacrés aux Polychètes sédentaires dont la classification a été complètement remaniée. De Saint-Joseph a utilisé, pour l'établir, les caractères tirés des plaques unciales, dont l'application avait été tentée récemment par Marenzeller; les tableaux qu'il donne permettront aux zoologistes d'arriver facilement à la détermination de ces Annélides.

Je signalerai encore, en parlant des travaux relatifs à la faune de nos côtes, l'excellent ouvrage de Joubin[3] sur les Némertes qui est, comme les précédents, un travail de Zoologie pure. C'est le premier volume d'une collection qui, sous le titre de *Faune Française*, comprendra une série de monographies où chaque spécialiste traitera un groupe d'animaux, et qui paraît sous les auspices de Raph. Blanchard et J. de Guerne. Le livre de Joubin inaugure cette série de la manière la plus brillante.

Les publications relatives aux grandes explorations maritimes continuent à se succéder, moins nombreuses peut-être que les années précédentes; je n'en citerai que quelques-unes. Quelques fascicules de l'Expédition du *Plankton* ont paru ; ils se rapportent notamment aux Salpes[4] et aux Méduses Craspédotes[5]. Des notes préliminaires sur les Hydraires, les Turbellariés, les Schizopodes, les Alcyonnaires, les Pantopodes, les Opisthobranches

[1] *Nat. Sc.*, vol. V.
[2] *Ib.*, vol. III.
[3] *Ib.*, vol. IV.
[4] *Transact. Liverpool Biologic. Soc.*, vol. VIII.
[5] *Rev. Biol. Nord de la France*, t. IV.

[1] *Arch. Zool. Exp.*, 3e série, t. II.
[2] *Ann. Sc. Nat. Zool.*, 1re série, t. XVII.
[3] Les Némertiens. *Faune Française*, Paris 1894.
[4] *Ergebnisse der Plankton Expedition*, Bd. II, 1894.
[5] *Ib.*

et les Mollusques recueillis par l'*Albatross* ont été publiées par Clarke, Woodworth, Ortmann, Studer, Schimkewitsch, Bergh et Stearns [1]. Les Crustacés recueillis par l'*Investigator* dans l'océan Indien ont été examinés par Wood-Mason et Alcock [2], les Mollusques par Schmidt [3] et les Echinodermes par Alcock [4]. La description des Ophiures des mers polaires termine la série des publications de l'Expédition Norwégienne au Pôle Nord [5]. Les Crustacés de l'*Hirondelle*, étudiés par Milne Edwards et Bouvier, font l'objet du septième fascicule des *Résultats des campagnes scientifiques* du Prince de Monaco, publication toujours éditée avec le plus grand luxe. La place me manque pour faire une revision de ces différents travaux, et je ne puis faire une mention spéciale que pour un petit nombre d'entre eux.

Ayant eu entre les mains les échantillons des Crustacés recueillis par le *Blake*, le *Hassler*, le *Travailleur*, le *Talisman* et l'*Albatross*, Milne Edwards et Bouvier ont pu entreprendre sur les Galathéidés un travail d'ensemble qui renferme des documents fort intéressants [6]. L'anatomie montre que les trois familles (*Galatheidés*, *Diptycinés* et *Æglèinés*) comprises dans cet ordre ne dérivent pas l'une de l'autre, mais proviennent chacune d'une forme macrourienne primitive, qui s'est séparée des Pagures pour donner les Galathées. Boas a déjà montré que cette forme commune devait se rattacher aux Astaciens.

Fig. 11. — *Pelagothuria natatrix*. — En *a* le disque natatoire est reployé en arrière; en *b* il est dirigé en avant; (*d'après Ludwig.*)

Les Galathéidés ont des représentants à tous les niveaux, depuis les Porcellaniens qui sont exclusivement côtiers et les Galathées littorales, jusqu'aux formes des grandes profondeurs. C'est dans les régions moyennes, vers 1.000 ou 1.500 mètres, que le groupe paraît avoir trouvé son niveau de prédilection; c'est là qu'habite le genre *Galathea*, qui est le type le plus primitif. Cette zone moyenne semble avoir été le point de départ des Galathéidés, départ qui s'est effectué dans deux directions différentes : en rétrogradant vers les côtes, les Galathées ont donné les Porcellaniens; en s'enfonçant dans les profondeurs, elles sont devenues les *Munidés* qui passent aux formes aveugles des grands fonds. Il est curieux de constater que cette évolution est différente de celle des Paguriens : car c'est dans les grands fonds qu'on trouve les Pagures les plus primitifs, voisins des Macroures [1].

L'étude de la répartition géographique des Galathéidés nous apprend que ces Crustacés sont

[1] *Bull. Mus. Comp. Zool. at Harward College*, vol. XXV.
[2] *Ann. Mag. Nat. Hist.* (6), vol. XII et XIII.
[3] *Ib.*
[4] *Journ. Asiatic Soc. Bengal*, vol. LXII.
[5] *Den Norske Nordhavs Expedition*, t. XXII.
[6] *Ann. Sc. Nat. Zool.*, 9e série, t. XVI.

[1] Report Results of Dredging by the U. S. Steamer « Blake ». *Mém. Mus Comp. Zool.*, vol. XIV.

représentés par les mêmes genres dans les deux grands bassins océaniques Atlantique et Indo-Pacifique; la séparation de ces deux bassins, c'est-à-dire la formation de l'isthme de Panama, s'est donc effectuée à une époque récente où tous les genres de l'ordre étaient déjà disséminés et elle ne remonte pas à l'époque précrétacée, comme le croyaient d'abord Milne Edwards et Agassiz. Une fois cette barrière élevée, des différences très sensibles, mais purement spécifiques, se sont produites. Ce sont également des différences de même ordre qu'on observe entre les Galathéidés des côtes E. et O. de l'Atlantique.

Dans la Revue de Zoologie de 1894, j'ai dû me borner à indiquer la découverte d'un genre très curieux d'Holothurie pélagique que Ludwig avait rencontré parmi les Echinodermes recueillis par Agassiz dans le Pacifique. Le travail complet de Ludwig sur les Holothuries de l'*Albatross* venant de paraître [1], je puis donner quelques détails sur ce singulier animal. La *Pelagothuria natatrix* (fig. 11 ressemble extérieurement à une Méduse; son corps proprement dit, cylindrique, a une longueur de 5 centimètres environ; en avant, il s'aplatit et s'élargit en un grand disque ayant 8 ou 9 centimètres de diamètre, soutenu par un certain nombre de rayons qui se prolongent en dehors du disque comme autant de filaments.

Ludwig s'est assuré que ce sont les vésicules ambulacraires des tentacules péribuccaux qui, faisant hernie à travers les téguments, se prolongent au dehors et s'allongent considérablement pour constituer ces rayons. L'organisation interne est très simple et l'on pourrait être embarrassé sur la place à attribuer à cet être singulier, si la forme du tube digestif, qui offre deux courbures, et la présence d'un système aquifère, très reconnaissable, quoique réduit, n'indiquaient ses affinités. Ludwig admet que les Pélagothuries sont des Élasipodes devenus pélagiques et qui ont perdu les tubes ambulacraires, l'anneau calcaire pharyngien et les corpuscules des téguments, dès que le disque natatoire s'est constitué.

Les exemplaires de *Pelagothuria* ont été capturés entre Panama et les îles Galapagos, par des profondeurs variant entre 700 mètres et 2.000 mètres : ce sont donc des pélagiques profonds.

Les travaux d'Apstein [2] sur les Thaliacés et de Maas [1] sur les Craspédotes de l'Expédition du *Plankton*, fournissent des renseignements sur la répartition bathymétrique et géographique de ces animaux. Le courant de Floride et le Gulf Stream forment une barrière naturelle divisant l'Océan en deux grandes régions distinctes : une région froide au Nord, et une région chaude au Sud de cette ligne. Les Salpes sont presque exclusivement des habitants des mers chaudes; quand elles s'aventurent jusqu'aux régions septentrionales, c'est toujours dans des courants chauds. Ce sont aussi des animaux de surface. Les observations de Chun et de Dohrn, qui ont trouvé en Méditerranée des Salpes à des profondeurs de 600 à 1.300 mètres, ne sont qu'en contradiction apparente avec cette assertion; car la température dans les profondeurs ne descend pas au-dessous de 13° en Méditerranée, tandis qu'elle s'abaisse bien au delà de ce chiffre dans les océans ouverts ou les zones profondes, et par conséquent froides, ne peuvent pas abriter des animaux qui recherchent les eaux chaudes.

Les Méduses Craspédotes sont peut-être moins sensibles que les Salpes aux changements de température et elles peuvent s'enfoncer à plusieurs centaines de mètres, bien qu'on les trouve assez rarement dans les profondeurs. Mais la faune des eaux froides est toujours très distincte de celle des eaux chaudes; la première est caractérisée par les *Aglaura digitalis* et *Solmacis multilobata*, et la seconde par le *Rhopalonema velatum* et divers *Liriope*.

Les Appendiculaires et les Alciopides offrent dans leur répartition des différences de même ordre. D'autre part, on observe que telle espèce qui, dans les mers froides, vit à la surface, se rencontre à 200 ou 300 mètres de profondeur dans les mers tropicales. Aussi Maas [2], qui s'est particulièrement occupé de cette question, est-il disposé à généraliser les conclusions qu'il tire de ses études sur les Méduses, et à admettre que la température est un facteur prépondérant et joue le plus grand rôle dans la répartition des animaux marins. Cette assertion, peut-être exacte, semble un peu prématurée et elle n'est pas basée sur un nombre suffisant de faits pour qu'on puisse l'accepter dès maintenant sans réserve.

Dr R. Kœhler,
Professeur de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Lyon.

[1] *Ib.*, vol. XVII.
[2] *Loc. cit.*

[1] *Loc. cit.*
[2] The effect of temperature on the distribution of marine animals. *Nat. Sc.*, vol. V.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES A TRAVERS LES GAZ. — L'EFFICACITÉ DE L'ÉLECTROCUTION

C'est un problème bien difficile et bien digne d'exciter sans cesse l'insatiable curiosité de l'homme que le problème de l'électricité. Aussi n'est-il point de phénomènes plus étudiés et, en même temps, plus utilisés que ceux qui s'y rattachent. Nous employons l'électricité à tous les usages. Ici, elle nous donne la lumière ou la chaleur; là, elle fait tourner nos machines et travailler nos outils; là encore, elle transmet à travers l'espace, à travers les mers mêmes, nos pensées et nos paroles. Nous lui attribuons aussi, parfois avec un peu trop d'enthousiasme, il faut l'avouer, la faculté de guérir un bon nombre de maux. Les chercheurs, mettant à profit ses merveilleuses propriétés, torturent, avec son aide, la matière et l'obligent à former des composés inconnus jusqu'à nous ou à nous livrer des corps nouveaux. Et, chose étrange, cet agent dont nous avons fait notre docile et continuel auxiliaire, nous est absolument inconnu. Nous ignorons sa nature et c'est vainement que, jusqu'à ce jour, nous nous sommes demandé par quelles mystérieuses actions il produit les effets que nous utilisons. Mais notre espoir en la science est tenace; sans être jamais découragés, les savants continuent à chercher obstinément; ils scrutent les moindres détails dans les manifestations des phénomènes et leur demandent sans relâche le mot de la rebelle énigme. Nous suivons ces recherches d'un œil attentif et patient, persuadés qu'elles seront tôt ou tard couronnées de succès.

Une conférence faite par le Pr J.-J. Thomson devant la *Royal Intitution of Great Britain* est, à ce point de vue, particulièrement intéressante. Elle traite des décharges électriques à travers les gaz; or, les phénomènes qui nous permettent le mieux de préciser l'action de l'électricité sur l'infiniment petit de la matière, sur la molécule, semblent devoir être surtout d'une très grande fécondité.

Les expériences citées peuvent se diviser en deux parties : celles qui ont rapport au passage de l'électricité du gaz à l'électrode ou réciproquement, et celles qui sont destinées à montrer les propriétés de l'effluve quand le phénomène se produit dans un milieu entièrement gazeux.

Prenons un tube à décharge, long d'environ 1 m, 50 et observons, au moyen d'un miroir tournant, le passage d'une étincelle due, par exemple, à la rupture du circuit primaire d'une bobine d'induction. Nous constaterons ainsi que l'illumination suit, à travers le tube, la direction du courant, c'est-à-dire qu'elle prend naissance à l'électrode positive et se dirige avec une vitesse énorme vers l'électrode négative. Mais, arrivée à cette dernière, elle semble rencontrer un obstacle. Elle ne disparaît pas brusquement dans cette électrode comme un lapin dans son trou, dit M. J.-J. Thomson. Au contraire, elle hésite un moment avant d'y entrer. Par suite de ce retard, il y a accumulation d'électricité positive autour de l'électrode négative et la chute de potentiel peut y atteindre 200 ou 300 volts. L'électricité semble donc avoir beaucoup de difficultés pour passer d'un gaz dans un métal. Quelques expériences peuvent le montrer plus clairement encore : soit un long tube à décharge en travers duquel est fixée une mince feuille de platine (fig. 1); un petit canal semi-circulaire en communication avec un tube barométrique relie les deux sections séparées par la feuille de platine. La décharge, au lieu de passer à travers celle-ci, prend la route beaucoup plus longue du tube auxiliaire. Si nous élevons la cuvette inférieure de manière à fermer par un bourrelet de mercure ce tube auxiliaire, la décharge est obligée de traverser soit la lame de platine, soit le bourrelet de mercure, ou encore de traverser l'un et l'autre; aussi la voyons-nous refluer totalement ou en partie vers le tube principal.

Fig. 1. — *Tube à décharge.* — Le tube est horizontal et séparé en deux compartiments égaux par une mince cloison verticale de platine ou de mica. Les deux compartiments sont reliés l'un à l'autre par un ajutage semi-circulaire, que supporte un tube barométrique vertical. Ce dernier tube plonge dans une éprouvette remplie de mercure.

Remplaçons le diaphragme métallique par une mince feuille de mica; la cuvette étant baissée, la décharge passera encore par le tube auxiliaire. Mais, quand celui-ci est obstrué par du mercure, elle traverse le mica plutôt que le métal.

Une autre expérience mettra le même phénomène en évidence. Deux longues électrodes rectilignes sont fixées à un vase sphérique (fig. 2), de telle sorte que l'extrémité d'une électrode soit à une grande distance de son point de jonction avec le verre. Si, après le vide partiel, nous y faisons passer un courant alternatif, l'effluve, au lieu de jaillir entre les extrémités des deux électrodes, ira de l'extrémité de l'une à l'endroit où l'autre entre dans le verre, préférant à un chemin métallique un chemin beaucoup plus long à travers le gaz.

Une observation intéressante faite, dans le même ordre d'idées, par les Professeurs Liveing et Dewar est que la lumière produite par une décharge qui passe à travers un gaz contenant des poussières métalliques n'en présente nullement les raies lorsqu'on l'examine au spectroscope, ce qui prouverait que les ondes électriques et lumineuses évitent de contourner le métal.

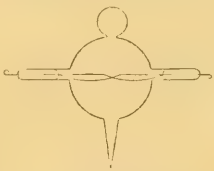


Fig. 2. — *Ampoule à décharge.* — Les deux électrodes sont rectilignes. Les lignes courbes représentent les trajectoires de l'effluve.

La difficulté que l'électricité positive rencontre pour passer du gaz à l'électrode dépend, comme il fallait s'y attendre, de la nature du gaz et de celle de l'électrode; elle varie selon leur position relative au point de vue électro-chimique. Prenons, par exemple, une ampoule contenant deux électrodes fixes et une électrode mobile reliée à un électromètre, ampoule que nous pouvons remplir de différents gaz. Employons d'abord des électrodes métalliques et de l'oxygène. L'électrode mobile reçoit une charge positive, en quelque endroit de l'ampoule que nous la placions. Si, au contraire, nous employons de l'hydrogène à la pression atmosphérique, la charge de l'électrode mobile sera positive dans les parties de l'ampoule éloignées de l'arc

et négative dans les parties qui en sont rapprochées. Quand la pression diminue, la région négative se contracte et disparaît complètement vers un tiers d'atmosphère. Si, dans ces conditions, nous remplaçons les électrodes métalliques par des électrodes en cuivre oxydées à la surface, nous obtenons dans toute l'ampoule une charge positive.

Considérons, maintenant, non plus une décharge passant d'un gaz à une électrode ou réciproquement, mais une décharge restant, pour ainsi dire, emprisonnée dans le milieu où elle a pris naissance. L'ingénieuse disposition employée par le Pr Thomson pour produire une telle décharge est représentée schématiquement par la figure 3. Les deux pôles d'une machine de Wimshurt sont en communication avec les armatures intérieures de deux bouteilles de Leyde (parties droite et gauche de la figure) dont les armatures extérieures sont reliées par un fil métallique formant bobine. On charge la machine de Wimshurt jusqu'à ce que l'étincelle jaillisse entre ses pôles. La décharge des bouteilles de Leyde est, on le sait, oscillatoire, et la bobine métallique est parcourue par des courants sinusoïdaux excessivement rapides. Le nombre des périodes que l'on produit ainsi, quoique moins grand que celui donné par la disposition de Hertz, est au moins égal à plusieurs millions par seconde. Si, dans la bobine, nous plaçons une ampoule remplie de gaz raréfié, elle jouera le rôle du circuit secondaire d'un transformateur, et des courants, dont la direction sera perpendiculaire à l'axe de la bobine, y prendront naissance. Ces courants sont décelés par un anneau circulaire brillant. Si le gaz est de l'air, le spectre de l'anneau change complètement avec la pression. M. Newall, qui a fait quelques travaux sur ce sujet, a trouvé que vers 0, 1mm de pression, le spectre était celui de l'azote, puis, au-dessous, celui du mercure, et ensuite vient une couleur vert-pomme qui semble due à un composé sulfuré provenant de l'acide sulfurique qui a servi à dessécher le gaz[1]. Le spectre du mercure s'explique par l'emploi de la pompe à mercure. A une pression intermédiaire entre celle qui révèle le mercure et celle qui révèle le composé sulfureux, on trouve un mélange des deux spectres; mais le dernier semble mieux caractérisé près de la surface de l'anneau.

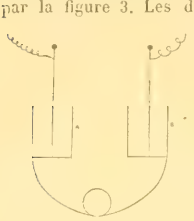


Fig. 3. — *Dispositif pour produire dans une ampoule à décharge un effluve intérieur.* — A la partie supérieure se voient deux électrodes terminant chacune une bouteille de Leyde. Par leur armature extérieure ces bouteilles sont reliées l'une à l'autre au moyen d'un fil enroulé, en un point de son parcours sous forme de bobine. A l'intérieur de la bobine se place une ampoule à décharge, non représentée ici.

Si l'ampoule contient de l'oxygène pur, l'anneau est remplacé par une sorte d'incandescence totale de couleur variable donnant un spectre continu coupé de raies brillantes. Le cyanogène produirait des effets analogues, ainsi d'ailleurs que tous les corps capables de se polymériser. Y aurait-il, d'une part, formation, sous l'effet de la décharge, de la modification polymérique, et, d'autre part, retour graduel à l'état primitif? Et cette action chimique produirait-elle une lumière phosphorescente? Peut-être; en tous cas, l'incandescence de l'oxygène disparaît aux températures où l'oxygène ne peut plus exister.

Il est possible encore de montrer que la décharge électrique est très mal conduite par les métaux. Au lieu d'une bobine métallique, on en dispose deux, côte à côte (fig. 4). Une ampoule à gaz raréfié, placée dans l'une d'elles, sert de galvanomètre. En effet, l'éclat de la décharge est une fonction de l'intensité du courant qui parcourt la bobine. Si nous plaçons une ampoule dans la seconde bobine, elle absorbe une portion de l'énergie due à la décharge; cette absorption amène une diminution dans l'éclat de la première ampoule. L'effet dépend de la conductibilité du corps placé dans la seconde bobine, quoique ne lui étant pas directement proportionnel : en effet, un conducteur parfait ne devrait pas produire de diminution d'éclat, pas plus qu'un corps qui serait absolument non-conducteur. Pour une périodicité et des dimensiens données, il y a une conductibilité qui produit l'effet maximum. Un morceau de laiton, c'est-à-dire d'excellent conducteur, placé dans la seconde bobine, n'a presque pas d'effet sur la première; un conducteur médiocre peut, au contraire, faire disparaître presque complètement l'illumination.

Fig. 4. — *Modification du dispositif précédent.* — Le fil reliant les bouteilles de Leyde forme deux bobines.

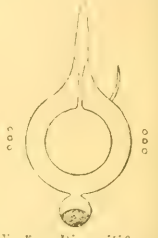


Fig. 5. — *Dispositif pour monter les variations de conductibilité électrique d'un gaz suivant la pression.*

Comparons les effets dus à une ampoule à gaz raréfié et à une ampoule remplie d'une solution d'acide sulfurique. Celle-ci produit un effet plus petit que la première. Ce phénomène peut être dû à une conductibilité plus grande ou plus faible. C'est la dernière hypothèse qui est bonne; car, si nous augmentons le degré de la solution sulfurique, la conductibilité croît, ainsi que l'effet produit.

La conductibilité d'un gaz raréfié augmente jusqu'à une certaine pression limite, pour diminuer ensuite. Une expérience très simple le prouve. L'appareil employé est représenté par la figure 5. Il se compose de deux ampoules, dont l'une est intérieure à l'autre. L'ampoule intérieure est remplie d'air à basse pression, tandis que, dans l'espace compris entre les deux ampoules, on a fait un vide aussi parfait que possible. L'ampoule extérieure contient un peu de mercure. La pression due aux vapeurs de ce métal est excessivement faible aux températures ordinaires, mais augmente considérablement dès qu'on chauffe. Nous sommes donc maîtres de produire un degré quelconque de vide. L'ampoule extérieure est entourée par la bobine de la figure 3. Quand l'espace compris entre les deux ampoules est conducteur, il forme écran relativement aux courants de la bobine, c'est-à-dire que les courants qui y prennent naissance annulent l'effet d'induction sur l'ampoule intérieure. Au contraire, des courants d'induction peuvent y prendre naissance si le milieu intermédiaire n'est pas conducteur. Nous pouvons ainsi observer que, lorsque le mercure est froid, le milieu intermédiaire est mauvais conducteur, mais que sa conductibilité augmente avec la température.

On trouve encore que, dans un champ magnétique, la décharge est aidée lorsqu'elle marche dans le sens des lignes de force et retardée dans le cas contraire.

Que conclure de l'exposé de ces phénomènes? Pouvons-nous en donner une explication satisfaisante? Le Professeur Thomson l'a partiellement tenté. Voici, par exemple, celle qu'il propose à la suite de ses expé-

[1] Ce spectre vert-pomme est en réalité celui de l'*argon*. Voir *Revue générale des Sciences* du 15 mars 1894, p. 219: Newall : Spectre de l'argon.

riences relatives à l'influence exercée sur l'effluve par la nature du gaz et des électrodes :

« L'explication la plus probable de ces résultats me semble être l'hypothèse que le passage de l'électricité du gaz à l'électrode ou réciproquement est facilité par la formation d'une sorte de composé chimique entre le gaz et le métal. Dans tous ces composés, le métal est l'élément électro-positif et se charge positivement; le gaz est l'élément électro-négatif et se charge négativement. Considérons maintenant le cas où la charge négative est sur le gaz et la charge positive sur le métal; alors le gaz et le métal possèdent les charges qui leur sont propres et sont parfaitement prêts à se combiner, c'est-à-dire qu'ils favorisent, dans ce cas, le passage de l'électricité du gaz au cuivre. Supposons, au contraire, que le gaz soit électrisé positivement, le gaz et le métal ont alors des charges contraires à celles qui leur sont propres lorsqu'ils se combinent, et, avant que leur union puisse donner autre chose qu'un composé excessivement instable, il faut qu'un phénomène auxiliaire ait lieu : c'est l'échange des charges. Ainsi, les conditions de la combinaison du gaz et du métal sont plus complexes si le gaz est électrisé positivement que s'il l'est négativement, et, par conséquent, en admettant que le passage de l'électricité implique une sorte de combinaison chimique, nous voyons que l'électricité négative passera plus facilement du gaz au métal que l'électricité positive. Considérons maintenant le cas où le gaz était de l'hydrogène, et les électrodes du cuivre oxydé. L'hydrogène se combine alors, non avec le métal, mais avec l'oxygène pour former de l'eau, corps dans lequel l'hydrogène est l'élément électro-positif : c'est, dans ce cas, l'hydrogène électrisé positivement qui est le plus propre à la combinaison. La conséquence est que la charge positive sera plus facilement abandonnée et la charge négative plus facilement conservée, ce qui est exactement le contraire de ce qui se passe quand les électrodes sont en métal nu. »

Sans en discuter le fond, nous nous permettrons de critiquer cette explication. L'emploi des termes *électricité positive* et *électricité négative* ne nous satisfait pas. Ces termes correspondent à des hypothèses anciennes qui ont rendu compte d'un certain nombre de faits, mais qui ont dû ensuite être abandonnées, parce qu'elles étaient impuissantes à expliquer de nouvelles découvertes. Pourquoi donc les faire renaître ici ? On a coutume, il est vrai, de les employer encore dans l'enseignement; mais c'est beaucoup plus pour faciliter l'exposé des phénomènes que pour en donner une explication véritable. Ce que nous aurions désiré comme conclusion de ces intéressantes expériences, c'est une théorie large et élevée, ou tout au moins un essai de théorie, capable de rendre compte de tous les résultats connus et non point une explication partielle, satisfaisante seulement pour quelques-uns d'entre eux. C'est là le véritable et grand problème auquel, pendant plus d'un siècle, ont vainement travaillé les savants et les penseurs depuis Franklin jusqu'à Maxwell et Hertz. Sans doute, l'œuvre de ces deux derniers physiciens marque un pas immense dans les conquêtes de la science. Mais la Nature détient encore une bonne partie de son secret. Non seulement nous ignorons le mystérieux mécanisme des phénomènes électriques; mais nous ne connaissons même pas de loi générale d'où nous les déduirions avec précision. Nous entrevoyons à peine quel rôle jouent dans la propagation de l'énergie électrique les corps que nous appelons *bons conducteurs* et ceux appelés *diélectriques*.

Cependant, quelles que soient les difficultés que comporte l'étude d'un tel problème, il importe d'avoir confiance. L'histoire des sciences, bien qu'aucune d'elles ne soit encore parfaite, nous y autorise par de nombreux exemples. Les astres semblèrent longtemps à nos ancêtres décrire dans l'espace des courbes capricieuses et compliquées que de nombreuses et étranges hypothèses pouvaient à peine représenter grossièrement. Nous savons aujourd'hui à quelles lois simples ils obéissent; nous traçons leur route avec une telle sûreté que Le Verrier a pu, les yeux fixés sur ses seules équations, dévoiler au monde étonné la présence dans le ciel d'une planète encore inconnue et déterminer sa position, ses dimensions et sa trajectoire.

Les phénomènes dus à l'interférence ou à la polarisation des rayons lumineux ne paraissaient-ils point, eux aussi, incompréhensibles? Fresnel, couronnant l'œuvre d'illustres devanciers, nous a doté d'une théorie rationnelle et féconde; nous expliquons les expériences anciennes, nous en prévoyons de nouvelles et la nature semble se conformer docilement aux résultats de nos calculs. Un jour viendra certainement où, à son tour, la science électrique, encore si confuse, s'illuminera d'une merveilleuse clarté. Pour faire jaillir la lumière, il suffit de l'heureuse inspiration d'un homme de génie et, pour provoquer cette inspiration, de l'événement le plus futile en apparence, d'une pomme tombant aux pieds d'un Newton.

On connaît la théorie qui a été émise par M. d'Arsonval sur l'effet du foudroiement. M. Louis Olivier l'a exposée ici même l'an dernier [1] : il a décrit la série des phénomènes qui se produisent dans l'organisme soumis aux courants de haut potentiel et de grande fréquence, et il a montré, d'après les observations de M. d'Arsonval, que le mécanisme de la mort entraînée par ces courants peut être très complexe : il y a d'abord contraction rapide, puis contracture des muscles : les mouvements cessent, et, les poumons ne se dilatant plus, il y a asphyxie; au début de la période d'immobilité qui engendre l'asphyxie et avait fait croire à la mort réelle, l'organisme peut être rappelé à la vie par la respiration artificielle. Mais si, pendant qu'on pratique cette opération, on continue d'électriser l'animal en expérience, ce traitement élève la température du corps au point de coaguler l'albumine du muscle cardiaque, et la mort ne peut plus être évitée. Aussi M. d'Arsonval nous dit-il : « Dans beaucoup de cas, la mort due au choc électrique n'est qu'apparente; traitez le foudroyé comme un noyé, il y a beaucoup de chances pour que vous le rappeliez à la vie ». Pour cette raison l'éminent physiologiste mettait en doute l'efficacité de l'électrocution pour produire instantanément la mort. Comme ce mode d'exécution des criminels était, depuis quelque temps déjà, employé dans l'état de New-York et tenu par les Américains pour un procédé élégant, une sorte de raffinement de civilisation, l'opinion de notre savant compatriote provoqua une véritable émotion aux Etats-Unis. Les journaux s'en mêlèrent et organisèrent une longue campagne les uns pour soutenir l'électrocution, les autres pour la combattre. « Afin d'en finir avec un aussi peu attrayant sujet, dit un correspondant de l'*Electrician* [2], le gouvernement de l'Etat résolut de nommer un Comité qui assisterait à une exécution par l'électricité et dont le rapport ferait foi vis-à-vis du public; M. A. E. Kennelly et le Dr A. H. Goelet furent désignés pour cette mission, qu'ils accomplirent le 28 janvier dernier. Les résultats de leurs observations sont décisifs quant à l'efficacité de cette manière de déterminer la mort. Leur rapport dit que la mort vint « instantanément et sans douleur ». Nous ne mettons aucunement en doute l'exactitude des observations de MM. Kennely et Goelet; mais avaient-ils bien le droit de généraliser ? Il nous souvient d'un accident dont on parla beaucoup l'an dernier : un ouvrier atteint par un courant alternatif à haute tension fut rappelé à la vie bien qu'ayant reçu très tardivement les soins nécessaires et présenté pendant plusieurs heures tous les symptômes de la mort. On ne saurait donc être trop réservé quand il s'agit d'apprécier les effets immédiats de l'électrocution.

A. Gay,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

[1] *Revue générale des Sciences*, 1894, t. V, pages 313 à 324.
[2] N° du 22 février 1895.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Le Roux (J.), *Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée de Brest.* — **Sur les intégrales des équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes.** *Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.* — *1 vol. gr. in-8° de 96 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1895.

La thèse de M. Le Roux est un des meilleurs travaux qui aient été présentés comme thèses dans ces dernières années à la Faculté des Sciences de Paris. Elle fait le plus grand honneur à son auteur, qui, parti d'un modeste échelon dans l'enseignement primaire, avait cru bon de conquérir d'abord le titre d'agrégé et avait obtenu le premier rang au concours de 1889. C'est là pour nos jeunes travailleurs un encouragement et en même temps un bel exemple de travail ordonné et persévérant qui, du reste, n'est point isolé dans notre Université.

On sait quelle place tiennent aujourd'hui dans la science les équations aux dérivées partielles du second ordre et particulièrement celles qui ont la forme étudiée par Laplace. Leur rôle dans les théories physiques est déjà ancien et il s'affirme chaque jour ; MM. Darboux et Ribaucour leur ont rattaché quantité de questions géométriques, et l'on sait que les belles Leçons de M. Darboux sur la Théorie des Surfaces roulent en grande partie sur ces célèbres équations. Malheureusement, le nombre de celles que l'on sait intégrer est assez restreint, ce qui fait que nombre de problèmes qui se ramènent en dernière analyse à ces équations restent en suspens, attendant chacun une solution nouvelle de chaque équation nouvelle que l'on saura intégrer.

C'est donc vers cette intégration que doivent se porter actuellement les efforts. On connaît les beaux résultats dus à M. Picard et notamment sa méthode des approximations successives qui est devenue, dans ses mains habiles, un instrument théorique des plus élégants. M. Le Roux fait servir cette méthode à la représentation de l'intégrale générale au moyen de certaines intégrales particulières qui dépendent d'une constante arbitraire et qu'il appelle *principales;* si $z(x, y, \alpha)$ est une intégrale principale *par rapport à la variable* x, l'intégrale définie à limite variable x,

$$Z = \int_{x_0}^{x} f(\alpha)\, z(x, y, \alpha)\, d\alpha$$

est une solution nouvelle de l'équation, quelle que soit la fonction arbitraire $f(\alpha)$. Il y a de même des intégrales principales par rapport à la seconde variable y. Les variables x, y sont les paramètres des caractéristiques.

Toute intégrale de l'équation différentielle proposée admet ainsi une représentation au moyen de deux intégrales définies dont elle est la somme ; il suffit de connaître une intégrale principale pour chacune des variables x, y. Dans certains cas, la fonction $z(x, y, \alpha)$ est principale à la fois pour les deux variables, et sa connaissance suffit alors pour l'intégration complète de l'équation. Tel est le cas de la fonction u, introduite par M. Darboux. L'auteur étudie avec détail les développements en séries des solutions de l'équation, ainsi que leurs singularités, qu'il distingue en *propres, accidentelles, mobiles*. Les premières dérivent exclusivement des coefficients de l'équation différentielle ; les secondes dépendent au contraire des conditions aux limites ; les lignes critiques qui dépendent d'un paramètre sont dites mobiles. L'auteur établit diverses propriétés de ces lignes critiques ; il prouve, entre autres, ce théorème que certaines intégrales, qu'il appelle *normales*, ne peuvent admettre d'autres lignes critiques accidentelles que des caractéristiques.

La troisième partie de la thèse de M. Le Roux a pour objet l'application des considérations théoriques des deux premières parties à des exemples particuliers. La célèbre équation d'Euler et de Poisson est la première à laquelle il s'attache. Mais les travaux de M. Appell et de M. Darboux ont déjà complètement résolu la question en ce qui concerne cette équation. Aussi M. Le Roux a-t-il tenu à montrer que sa méthode générale pouvait donner des résultats plus nouveaux, et c'est ce qu'il a fait de la façon la plus heureuse en intégrant complètement l'équation différentielle :

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} - \frac{\psi(y)}{x-y}\frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\varphi(x)}{x-y}\frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0,$$

où $\psi(y)$, $\varphi(x)$ sont des fonctions quelconques de y et de x respectivement. Un aussi beau résultat clôt dignement le remarquable travail de M. Le Roux. Tous les géomètres lui sauront gré d'avoir donné une méthode générale véritablement capable de conduire à des résultats nouveaux. G. Kœnigs.

Seguier (J.-A. de). — **Sur deux formules fondamentales dans la Théorie des formes quadratiques et de la multiplication complexe d'après Kronecker.** *Thèse pour le doctorat ès sciences mathématiques de la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 vol. in-8°. *Gauthier-Villars et fils. Paris,* 1895.

Quatre parties différentes dans le vaste domaine des Mathématiques ont, pour le moment, le privilège presque exclusif de fournir les candidats docteurs de sujets de thèse. Ce sont :

La géométrie (d'après le traité de M. Darboux sur les surfaces), les équations différentielles, les propriétés générales des fonctions (d'après MM. Poincaré, Picard, Appell, Painlevé); les groupes continus de M. Lie.

Ces théories ont, en effet, reçu des maîtres de la science des accroissements considérables et *récents*. Cela les a mises à l'ordre du jour et, pour ainsi dire, à la mode. Rien de plus naturel et de plus légitime que les préférences des candidats. Mais, par contre, il est équitable de marquer d'une façon spéciale les thèses où le sujet est moins d'actualité. C'est le cas pour MM. Padé (*Revue* du 30 mai 1892), Auric (*Revue* du 15 septembre 1894), enfin pour M. de Seguier.

L'Arithmétique supérieure et ses liens intimes et profonds avec les fonctions elliptiques passent à juste titre pour une des parties les plus ardues de la science. La matière a exercé la sagacité des plus illustres géomètres et notamment de Kronecker. La publication des œuvres du savant berlinois ne fait que commencer (voir dans la *Revue* du 30 novembre 1894 ma notice sur la théorie des intégrales définies d'après Kronecker, publiée par M. Netto). M. de Seguier semble avoir eu pour but de faire, pour la portion arithmétique de la théorie des fonctions elliptiques d'après Kronecker, le même travail de coordination, avec perfectionnements partiels, que M. Netto pour les intégrales définies.

La matière de la thèse a beaucoup de portions communes avec l'ouvrage de Bachmann sur la théorie des nombre (voir *Revue* du 15 mars 1895) ; mais M. de Seguier approprie l'étude des formes quadratiques aux idées plus récentes et plus profondes de Kronecker. Les rap-

ports des formes quadratiques avec les fonctions elliptiques sont particulièrement mis en lumière à propos de la *multiplication complexe*. Cette opération consiste à construire les fonctions elliptiques de l'argument μu à l'aide des fonctions elliptiques de l'argument u, le multiplicateur μ étant un nombre complexe, c'est-à-dire imaginaire.

Voilà, à mon grand regret, tout ce que je puis dire, sur la très intéressante thèse de M. de Seguier, sans dépasser le cadre d'une simple notice. Les discussions de l'arithmétique supérieure sont peut-être les choses du monde qui se prêtent le moins à être résumées et analysées. On n'a guère que le choix entre une reproduction presque intégrale et une espèce de table de matières, comme celle que je viens de dresser pour la présente thèse. LÉON AUTONNE.

2° Sciences physiques.

Earl (Alfred), *Late Scholar of Christ's College at Cambridge*. — **Practical Lessons in physical Measurement** (*Leçons pratiques sur les mesures physiques.*) — *1 vol. in-12° de 350 p. avec 145 fig.* (*Prix : Relié, 6 fr. 25*). *Macmillan and C°, éditors. London and New-York*, 1895.

Il est peu de physiciens, parmi ceux qui ont oublié leurs propres débuts, qui n'aient été plus d'une fois surpris en voyant l'embarras d'un candidat aux grades universitaires se trouvant pour la première fois en contact direct avec un appareil d'expérience. Cela tient à ce que l'enseignement ne ménage aucune transition entre les cours uniquement théoriques, où le travail manuel est entièrement sacrifié au travail purement intellectuel, et le laboratoire, dans lequel on applique ses cinq ou six sens à l'étude de problèmes qui dépassent déjà les éléments.

C'est cette transition que l'auteur a voulu ménager, et l'ouvrage qu'il offre à ses confrères est le résultat des essais qu'il a tentés dans son enseignement pour combler une lacune qui l'avait aussi frappé.

L'ouvrage part des premiers éléments pour s'élever graduellement aux notions plus complexes de la connaissance, non seulement des méthodes de travail, mais surtout des idées en elles-mêmes.

La méthode suivie d'un bout à l'autre de l'ouvrage est plus que simplement pratique; elle est philosophique en ce sens que l'auteur insiste, chaque fois qu'il introduit une notion nouvelle, sur le procédé sensoriel et intellectuel qui nous en donne la connaissance. Cette voie ne peut être assez recommandée, dès que l'on possède les premiers éléments de la science, que l'on s'habitue trop à considérer comme une suite d'axiomes, ou tout au moins de faits acquis et indiscutables.

Quelques exemples feront bien comprendre la manière suivant laquelle l'auteur procède dans la plupart des cas. S'agit-il des méthodes d'observation considérées dans toute leur généralité, il montre que « la mesure directe n'enseigne rien de plus que l'égalité ou l'inégalité de deux quantités ». Plus loin, à propos de la définition du temps, il fait observer que « des grandeurs différentes par leur nature peuvent posséder des points de ressemblance, qui permettent de les expliquer l'une par l'autre, ou, plus ordinairement, l'idée qui nous est le plus familière, en raison de notre expérience quotidienne, nous sert à mieux comprendre la notion la moins usuelle ». Le temps lui-même ne devient une notion nette que mis en rapport avec des changements qui surviennent dans les objets qui nous entourent, et tous ces changements doivent être comparés à une autre variation, de laquelle on a pu démontrer qu'elle s'effectue avec une grande régularité. La discussion relative au choix de cette variation nous fait parcourir de nouveau le chemin qu'ont dû franchir nos devanciers, ces génies trop oubliés, auxquels nous devons nos instruments de travail, et, avant tout, — je dirai même parmi ces derniers — une connaissance exacte d'une foule de choses si usuelles aujourd'hui que nous croyons en avoir apporté la notion en naissant.

Tout cela est bon à dire au moment où l'étudiant va commencer à apprendre par lui-même; l'auteur aurait pu, sans doute, le dire en moins de mots, et il aurait dû éviter de tomber dans des erreurs comme celle que contient la phrase suivante : « Des masses égales ne sont nécessairement égales que par l'égalité d'attraction que la Terre exerce sur elles. »

Si nous passons à la partie pratique de l'ouvrage, mêlée, du reste, pour chaque sujet, à la partie purement didactique, nous aurons surtout à reprocher à l'auteur d'avoir perdu un peu trop de temps en exercices que l'on doit posséder absolument au sortir de l'école primaire; nous voulons parler du calcul des superficies et des volumes des figures les plus simples, comme le carré ou le cube, à moins toutefois que l'usage du système britannique de mesures ne réussisse à rendre difficiles à saisir des notions qui nous paraissent évidentes.

Ces quelques réserves faites, il nous paraît que les exercices vraiment pratiques sont choisis et gradués de manière que l'élève qui les aura exécutés en y appliquant son intelligence et ses soins, en tirera le plus grand profit, aussi bien pour la connaissance des relations des grandeurs, que pour son habileté manuelle.

Par exemple, les figures géométriques sont évaluées non plus seulement en déplaçant fictivement certaines de leurs parties de façon à simplifier le problème; on les découpe en réalité, et les dispose de manière à pouvoir les mesurer aisément. Un cercle est divisé en secteurs, que l'on rapproche ensuite pour figurer approximativement un quadrilatère, dont la superficie est aussitôt estimée. Pour que la notion du plan entre dans l'esprit des élèves par deux sens à la fois (sans parler du sens olfactif), l'auteur recommande de distribuer à toute la classe de petits blocs de craie que chacun des élèves devra roder de façon à obtenir trois plans s'appliquant exactement l'un sur l'autre; le procédé ne diffère pas en principe de celui que l'on emploie en optique, et, du même coup, les élèves y apprendront un tour de main.

Les mesures plus complexes, que l'on peut exécuter avec des appareils d'une construction élémentaire, sont décrites dans un chapitre qui constitue comme le résumé de l'ouvrage entier.

Nous avons dit en passant ce qui nous paraissait être des imperfections de cet ouvrage; il ne nous reste plus qu'à souhaiter de voir l'idée qui l'a fait naître de mieux en mieux comprise.

Ch.-Ed GUILLAUME.

Preston (Thomas), *Professor of natural Philosophy, University College, Dublin*. — **The theory of Heat** (*La théorie de la Chaleur*). — *Un vol. in-8° de 709 pages. Macmillan and C°, Londres*, 1895.

L'auteur a voulu écrire un traité sur la chaleur comprenant aussi bien les questions théoriques que les faits expérimentaux; mais il a tenu avant tout à rester à la portée de tous ceux qui n'ont qu'une éducation scientifique moyenne ; son livre ne s'adressant pas à une classe spéciale de personnes, telle que des candidats à un examen particulier, il avait toute liberté de déterminer lui-même son plan, n'étant assujetti à suivre aucun programme. Il a pu ainsi laisser de côté certaines théories, ne pas insister sur la description d'expériences inutiles pour ceux qui désirent surtout avoir un tableau d'ensemble. Le livre commence par une partie consacrée aux diverses théories sur la nature de la chaleur, à l'exposé des propriétés générales de la matière ou de l'énergie; on pourrait peut-être préférer que cette introduction fût au contraire reportée à la fin de l'ouvrage, mais elle est très clairement écrite, très intéressante à lire. Viennent ensuite plusieurs chapitres consacrés à la thermométrie, la calorimétrie, les changements d'état, la propagation de la chaleur.

On trouvera consignés là les résultats les plus récents, décrites les méthodes de mesures les plus perfectionnées. La dernière partie est réservée à la thermodynamique ; elle constitue un traité élémentaire particulièrement soigné de cette science : elle renferme une exposition claire des principes fondamentaux et de leurs conséquences, des notions succinctes sur la fonction caractéristique de M. Massieu et le potentiel thermodynamique de M. Duhem. Le livre du savant professeur de Dublin est, sans contredit, l'un des meilleurs traités élémentaires que l'on ait écrits sur la chaleur ; il aura en France le succès qu'il a déjà obtenu en Angleterre.

Lucien Poincaré.

Ostwald (W.), *Professeur de Chimie à l'Université de Leipzig.* — **Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie.** (*Les bases scientifiques de la Chimie analytique.*) — *1 vol. de 187 pages. W. Engelmann, Leipzig*, 1895.

On a trop souvent considéré la Chimie analytique comme une science plutôt empirique, faite de procédés plus ou moins perfectionnés, à tel point qu'un traité de chimie analytique n'est souvent apprécié qu'autant qu'il fournit le plus grand nombre de solutions, — on pourrait presque dire de recettes, — donnant la marche à suivre dans tel ou tel cas compliqué. M. Ostwald a cherché à réagir contre cette tendance et à montrer que les méthodes de la Chimie analytique, bien que nées exclusivement de l'expérience, sont la confirmation des principes de la Chimie théorique tels qu'ils ont été développés en ces dernières années.

L'ouvrage comprend deux parties : la première, toute théorique, est relative aux opérations les plus générales de la Chimie analytique : le lavage des précipités, leur agglomération par le repos, les méthodes de séparation par distillation fractionnée, les extractions par des dissolvants, etc. Un chapitre spécial est consacré à la théorie des dissolutions, aux équilibres chimiques, aux réactions chimiques; l'auteur insiste avec raison pour montrer que ces conceptions peuvent souvent guider le praticien dans les opérations que comporte la Chimie analytique.

La seconde partie, relative aux applications, ne comprend que des généralités sur les diverses méthodes qui servent à doser les bases et les acides ; toute cette partie est traitée au point de vue spécial de la dissociation électrolytique. Ce n'est évidemment qu'un langage nouveau pour représenter des choses anciennes. Cette manière de faire, à coup sûr originale, ne manquera pas de soulever quelques objections. Elle est cependant très suggestive, et, au point de vue purement didactique, elle a certainement des avantages dont tout lecteur impartial se rendra compte en étudiant l'ouvrage de M. Ostwald.

Les méthodes expérimentales n'étant esquissées qu'à grands traits, il ne faudra pas chercher dans cet ouvrage un traité complet de Chimie analytique; cela n'a du reste pas été l'intention de l'auteur. Cet intéressant petit manuel s'adresse surtout au praticien désireux d'étudier de plus près les principes sur lesquels on peut édifier aujourd'hui la Chimie analytique, ainsi qu'aux personnes curieuses de suivre de près le mouvement des idées en ce qui concerne l'enseignement de cette science.

Ph. A. Guye.

3° Sciences naturelles.

Planchon (Louis), *Docteur en médecine, Chargé du cours de Matière médicale à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Montpellier.* — **Produits fournis à la matière médicale par la famille des Apocynées.** — *1 vol. gr. in-8° de 360 p. avec 25 fig. Imprimerie Hamelin frères. Montpellier*, 1895.

Le travail que M. Planchon a présenté comme thèse au concours d'agrégation est une étude de matière médicale ; peu de familles naturelles fournissent plus de médicaments et de poisons que celle des Apocynées; mais la plupart des espèces appartiennent aux régions tropicales; elles nous arrivent difficilement, les produits perdent leur efficacité en peu de temps, et sont assez mal connus pour que les fraudes (dont la pharmacie n'est pas exempte) s'y introduisent facilement. Il en résulte que la thérapeutique, déroutée parfois par des insuccès attribués à une substance qu'elle n'a pas réellement entre les mains, abandonne l'emploi des substances les plus actives et les plus utiles. Ajoutons que l'analyse chimique n'est pas encore poussée assez loin pour qu'on sache tout le parti qu'on pourra tirer des glucosides contenus dans les diverses parties de ces plantes. La famille fournit, en outre, à l'industrie des bois, des textiles, des matières colorantes, des caoutchoucs, etc. On y trouve des aliments à côté de poisons redoutables; il arrive même que, grâce à des phénomènes particuliers de localisation, diverses parties de la même plante aient des propriétés très différentes. Ajoutons encore que ces plantes sont répandues dans presque toutes les régions intertropicales : l'Inde, la Malaisie, l'Amérique, les Antilles, l'Afrique centrale, Madagascar et les Mascareignes en possèdent un grand nombre.

Il y a évidemment quelque mérite à tenter de mettre de l'ordre dans le chaos ; on ne refusera pas ce mérite à M. Planchon. Fidèle à son sujet, il a adopté pour cette étude un ordre arbitraire, le plus commode quand on ne se préoccupe pas de connaître le développement et l'évolution des objets étudiés. Il se trouvait en présence d'une foule de produits qu'il se proposait de grouper. Il les a rapprochés d'abord suivant les organes qui les fournissent; il reconnaît bien que cet ordre a l'inconvénient de séparer des espèces voisines, de scinder parfois en deux ou plusieurs fragments l'étude d'une même plante; mais cet inconvénient est inévitable. Chacun des chapitres, consacrés aux fruits et graines, aux organes végétatifs, au latex et à ses produits, etc., subit une nouvelle division d'après la distribution géographique des végétaux dont il est question. Un index bibliographique et une table alphabétique étendue permettent de s'orienter au milieu du dédale des faits et des descriptions dans lequel devront nécessairement s'engager, à la suite de M. Planchon, tous ceux qui s'occuperont de la matière médicale des Apocynées.

Ch. Flahault.

4° Sciences médicales.

Charcot, Bouchard, *Membre de l'Institut, Professeur de Pathologie générale à la Faculté de Médecine de Paris, et* **Brissaud,** *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'Hôpital Saint-Antoine.* — **Traité de Médecine.** *Tome VI.* — *1 vol. gr. in-8° de 1400 pages avec 220 figures.* (*Prix : 25 fr.*). *G. Masson, éditeur, Paris*, 1895.

Avec ce volume finit le Traité de Médecine. A son début en 1891, la publication de ce grand ouvrage avait remporté auprès du monde scientifique médical le plus légitime succès. Ses volumes successifs ont été accueillis avec une faveur croissante et attendus avec impatience. Le sixième tome clôt avec grand honneur cette publication. Entièrement consacré aux maladies du système nerveux, il est dû à la collaboration des plus estimés des élèves de Charcot. Chacun d'eux y a apporté le fruit de ses recherches favorites et la compétence qu'il s'y était acquise.

C'est ainsi que M. Brissaud a écrit les chapitres importants des localisations cérébrales et les pages relatives aux questions générales : apoplexie, aphasie, hémorrhagie cérébrale, etc. La pathologie du bulbe rachidien a été exposée par M. Guinon, à qui l'on doit aussi les méningites, les compressions médullaires et la syringomyélie. M. Pierre Marie a traité les myélites infectieuses et toxiques et les scléroses médullaires;

M. Lamy, la syphilis cérébrale et spinale et la paralysie agitante. Les névrites, de M. Babinski, les psychoses, de M. Ballet sont de véritables traités. Les névralgies et paralysies ont été décrites par M. Hallion.

Les monographies sur l'acromégalie, le myxœdème ont été rédigées par M. Souques. Les chorées par M. Blocq et les névroses, neurasthénie, épilepsie et hystérie, par M. Dutil, terminent le volume.

On ne saurait, vu l'importance de ce livre et sa grande étendue (il contient près de 1400 pages), entrer ici dans des développements d'analyse. Le Traité de Médecine prend d'ailleurs place parmi les ouvrages classiques.

Dr A. Létienne.

Ollier (L.), *Professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté de Lyon, Correspondant de l'Institut.* — **Régénération des os et Résections sous-périostées.** — 1 *vol. in* 8e de 180 *p. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, dirigée par M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché* 2 *fr.* 50; *cartonné*, 3 *fr.*) *G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris*, 1895.

La collection des Aide-Mémoire Léauté, dans laquelle ont déjà été publiés tant de livres utiles, vient d'ajouter à leur série un abrégé du *Traité des Résections* du Professeur Ollier. C'est le maître lui-même qui a résumé dans ce petit volume de 180 pages ses recherches sur la régénération des os et leur application aux résections sous-périostées : il a dressé ainsi, dans une forme concise et claire, le bilan de son œuvre chirurgicale, qui est l'une des plus considérables du siècle.

Après un très rapide exposé de l'origine et de l'histoire des résections, l'auteur rappelle d'abord les expériences physiologiques qui ont servi de base à la méthode chirurgicale qu'il a préconisée. Ces expériences ont successivement et définitivement démontré les propriétés ostéogéniques du périoste et spécialement de sa couche profonde, la possibilité d'en réveiller la vitalité par des irritations appropriées, l'importance de l'intégrité du canal périostéo-capsulaire pour la reconstitution des néarthroses, enfin le rôle joué par le cartilage de conjugaison dans l'accroissement des os longs.

De ces fondements physiologiques l'auteur a déduit la technique des résections sous-périostées qu'il pratique depuis plus de trente ans déjà. Les résultats sont connus de tout le monde : ils ont entraîné l'unanime adhésion des chirurgiens de tous les pays. Le Pr Ollier les a résumés dans le présent Aide-Mémoire, dont le but est de donner une idée synthétique de la méthode opératoire à laquelle son nom est attaché.

Dr Gabriel Maurange.

5° Sciences diverses.

Binet (Alfred), *Directeur adjoint du Laboratoire de Psychologie physiologique des Hautes Etudes à la Sorbonne.* — **Psychologie des grands Calculateurs et Joueurs d'échecs.** — *Un vol. in*-16 *de* 364 *p.* (*Prix : 3 fr.* 50.) *Hachette et Cie, Paris*, 1895.

L'ouvrage de M. Binet comprend, comme le titre l'indique, deux parties distinctes. Dans la première, l'auteur rend compte des observations qu'il a faites sur deux calculateurs prodiges, Inaudi et Diamandi. La seconde est le résumé d'une enquête à laquelle il s'est livré sur les plus forts joueurs d'échecs, en particulier sur ceux qui jouent « sans voir ». L'unité du livre est pourtant réelle : calculateur ou joueur, le sujet est surtout étudié au point de vue de la mémoire des images. Les observations de M. Binet sont d'une précision extrême; il en expose le résultat en suivant d'aussi près que possible le contour des faits. De ce compte rendu impartial se dégagent cependant des idées intéressantes, qui nous présentent sous un jour assez nouveau certains phénomènes de la mémoire.

Parlons d'abord des calculateurs. L'opinion généralement admise est que les calculateurs prodiges visualisent leurs opérations. Mondeux, Colburn, etc., étaient des visuels. Il semble, d'ailleurs, assez naturel que le calcul de tête, qui implique la présence simultanée, dans la mémoire, d'un grand nombre de chiffres sur lesquels on opère sans en laisser échapper aucun tandis qu'on passe aux autres, implique une espèce d'hallucination visuelle, une vision intérieure. Tel n'est pas le cas d'Inaudi. Il *entend* les nombres; c'est son oreille qui les retient; les chiffres « résonnent à son oreille avec son propre timbre de voix ». Ajoutons que ses lèvres remuent pendant qu'il travaille, qu'il prononce intérieurement les noms des chiffres, et que l'image auditive se renforce, dans son cas, d'une image motrice. M. Binet a étudié cette mémoire auditive de très près; il en a mesuré l'étendue et les limites. L'ensemble de ces observations est intéressant, moins intéressant cependant, à notre avis, que les trois chapitres qui suivent et qui concernent le calculateur Diamandi. C'est un visuel que Diamandi, du moins pour ce qui touche au calcul mental, et, par là, il ressemble à la plupart des calculateurs connus. Mais l'étude de ce calculateur a conduit M. Binet à des conclusions assez inattendues sur la mémoire visuelle des chiffres. On pourrait croire, en effet, que, si un calculateur du type visuel retient par cœur, après l'avoir regardée un moment, une série souvent considérable de chiffres tracés sur le papier, c'est qu'il en a tiré une espèce de photographie mentale. Il reverrait alors cette photographie tout d'un coup, et retrouverait les chiffres en les lisant, un à un, sur la feuille de papier imaginaire que lui représente sa mémoire. Ce n'est pourtant pas ainsi que les choses se passent, et M. Binet a imaginé des expériences ingénieuses pour le démontrer. D'abord, si la mémoire visuelle n'est que la lecture d'une photographie mentale, le sujet reverra mentalement les chiffres avec la couleur qu'ils avaient sur le papier; il ne lui faudra donc pas un surcroît de travail pour se rappeler que tel chiffre est en rouge, tel autre en bleu. Ensuite, si l'acte de visualisation est chez lui une reproduction photographique de la vision réelle, il n'aura pas plus de peine à retenir la position exacte des chiffres sur le papier que ces chiffres eux-mêmes, puisqu'il ne les répète jamais qu'en les *revoyant*. Or, l'expérience a montré qu'il faut trois fois plus de temps à M. Diamandi pour apprendre à la fois les chiffres et leurs couleurs (quand ces couleurs sont différentes), que pour apprendre les chiffres seulement. Et en ce qui concerne les positions, il s'en faut également que M. Diamandi *voie* tout le tableau qu'il a confié à sa mémoire : l'expérience établit qu'il ne peut pas énoncer les chiffres avec la même rapidité ni avec la même exactitude dans tous les sens; il y a des directions que son attention suit plus facilement que les autres, et ces directions sont justement celles que son attention a suivies en apprenant ces chiffres. Ainsi, dans ce cas particulier au moins, l'image visuelle ne s'imprime pas, d'elle-même, dans une mémoire qui la recevrait passivement; l'activité mentale joue un très grand rôle. M. Binet ne nous paraît pas avoir dégagé cette conclusion assez nettement; l'idée est pourtant importante, et même, en y regardant de près, on verrait qu'elle est ce qui fait l'unité du livre; elle pourrait servir de transition entre la première partie de l'ouvrage et la seconde, celle qui traite des joueurs d'échecs.

M. Binet étudie, chez les joueurs d'échecs, cette mémoire spéciale qui leur permet de jouer une partie, et même plusieurs parties, sans voir l'échiquier. Que cette mémoire se rencontre chez beaucoup de forts joueurs, cela n'a rien d'étonnant, puisqu'elle est impliquée en partie dans l'aptitude même à jouer aux échecs. Le jeu n'est guère possible, en effet, sans la prévision d'un nombre plus ou moins considérable de coups, qui modifieront chaque fois l'aspect général de l'échiquier et, par conséquent, de la partie. Même, la force de combinaison aux échecs consiste, au fond, dans la faculté de se représenter simultanément un plus ou moins grand nombre de *parties possibles* résultant d'un coup donné, pour suivre ce coup jusque dans

ses conséquences les plus lointaines. Mais en quoi consiste ici la représentation mentale? Les auteurs qui ont traité du « jeu sans voir » admettent tous que ce tour de force repose sur la mémoire visuelle. Taine a écrit sur ce sujet une page bien connue : « Il est clair, dit-il, qu'à chaque coup la figure de l'échiquier tout entier, avec l'ordonnance des diverses pièces, est présente, comme dans un miroir intérieur ; sans quoi l'on ne pourrait prévoir les suites probables du coup qu'on vient de subir et du coup qu'on va commander. » Et Taine décrit le cas d'un de ses amis qui, « les yeux contre le mur, voit *simultanement* tout l'échiquier et toutes les pièces telles qu'elles étaient en réalité au dernier coup joué ».

Tel n'est pas du tout le résultat des recherches de M. Binet. Il s'est adressé aux meilleurs joueurs d'échecs, à ceux surtout qui sont réputés pour jouer sans voir; il a recueilli leurs témoignages; il les a confrontés entre eux, et de cette enquête paraît se dégager la nécessité d'admettre une forme nouvelle de la mémoire visuelle, que l'auteur appelle « la mémoire visuelle géométrique ». Essayons de caractériser cette mémoire, telle que les joueurs eux-mêmes la décrivent.

Tous s'accordent d'abord à dire que, pour arriver à se passer de l'échiquier, il faut le connaître à fond : un bon joueur sans voir est toujours un fort théoricien. C'est qu'on n'arriverait pas à se graver dans la mémoire une série de coups et de positions « si on ne savait pas donner aux coups et à la position une *signification* précise ». Comme le dit très bien M. Binet, celui qui ne comprendrait pas le sens des coups aurait autant de peine à les retenir qu'un illettré à se graver dans l'esprit une ligne imprimée. Il suffit, au contraire, à celui qui sait lire et qui comprend le sens des mots, de jeter un coup d'œil sur la ligne pour savoir reproduire, au besoin, la succession des lettres qui la composent. Si le joueur peut se rappeler les coups joués dans cinq et même dix parties, ce qui fait un total de plus de 300 coups, « c'est qu'il a conscience des raisonnements qui ont amené ces coups et qu'il se rend « compte de la genèse psychologique de la partie; c'est « parce que, pour son esprit, la partie n'est pas une « lutte entre des poupées de bois, mais une lutte entre « des idées ». Parmi les joueurs consultés par M. Binet, il en est qui expriment ce fait sous une forme saisissante : « Je suis souvent porté, dit l'un d'eux, à résumer dans une épithète générale le caractère d'une position. Je la saisis *comme le musicien saisit dans son ensemble un accord*... Une partie vous a l'air simple, familier, ou bien original, excitant, suggestif, et l'on éprouve du plaisir à voir cela comme si l'on revoyait une ancienne connaissance. » On s'explique ainsi que le « joueur sans voir » s'arrange de manière à orienter différemment chacune de ses parties, de manière à leur donner à chacune sa direction particulière. La difficulté ne commence pour lui que lorsque des positions à peu près identiques donnent à deux parties simultanées la même physionomie.

Mais, dira-t-on, la mémoire visuelle ne joue-t-elle ici aucun rôle? Si le joueur se représente la physionomie et la marche d'une partie dans son ensemble, encore faut-il qu'il la *voie* à un moment donné, qu'il imagine la position de chaque pièce ainsi que l'ensemble. Tous les joueurs s'accordent en effet sur ce point; mais ils s'accordent aussi à peu près tous à déclarer qu'ils réduisent ici à son strict minimum le travail de visualisation. D'abord, ils ne voient pas l'échiquier en entier, mais seulement la région de l'échiquier sur laquelle le combat est actuellement engagé; ils évoquent de l'échiquier, *tour à tour*, les diverses parties dont ils ont besoin. Puis, la *forme* des pièces ne leur apparaît que d'une manière très vague; quelques-uns seraient incapables de dire à quel type appartiennent les pièces avec lesquelles ils jouent mentalement. C'est donc qu'ils ne se représentent pas l'image de chaque pièce elle-même. — Pourtant, il faut bien qu'ils se représentent quelque chose; sinon, comment auraient-ils l'idée de l'ensemble? — C'est sur ce point que l'enquête de M. Binet aboutit à une conclusion véritablement curieuse, et qui s'accorde d'ailleurs avec tout ce qui précède : ce que le joueur se représente de chaque pièce, ce n'est pas, à proprement parler, sa forme, c'est sa *puissance*, c'est-à-dire ses *mouvements possibles*. Les figures ne se répartissent pas pour lui selon leurs couleurs; elles se divisent en hostiles et alliées. Il en oublie les contours extérieurs; il ne se souvient que de leur *action* et de leur *portée*. C'est ainsi que la tour représente « une marche en ligne droite », le fou « une force oblique ». Un novice seul, dit un des joueurs consultés, verra l'échiquier et la forme particulière des pièces, parce qu'il ne saisit pas leur signification intérieure. Ainsi, ce que le « joueur sans voir » se représente surtout, à un moment donné, d'une partie qu'il joue, c'est un double système de forces, chacune douée d'un pouvoir propre, et dont les unes sont commandées par lui, les autres combattues. Ce qu'il retient de l'ensemble de la partie, c'est surtout la variation de ces forces dans leurs rapports réciproques. La faculté de *voir* mentalement, telle qu'on l'entend d'ordinaire, est accessoire; elle intervient seulement pour remplir, pour colorer un schème par lui-même incolore et purement géométrique.

M. Binet propose de nommer *mémoire visuelle géométrique* cette forme nouvelle de la mémoire. C'est, si je ne me trompe, la faculté de retenir *virtuellement* des images visuelles en leur substituant un schème abstrait de mouvements *possibles* qui permettrait au besoin de les reconstituer, mais qui permet surtout de se passer d'elles. Dans le cas particulier des échecs, ce schème est celui de la direction et de l'action respectives de chaque pièce, et des rapports variables que ces forces entretiennent entre elles dans tout le cours d'une partie. C'est la signification de chaque pièce, et aussi celle de la partie, qu'on se fixe dans l'esprit. La partie d'échecs étant envisagée comme un ensemble, on en démêle les articulations, on l'*organise* dans son imagination : ce sont, pour ainsi dire, les progrès de cet organisme qu'on suit à travers la partie entière. Ne vaudrait-il pas mieux appeler cette mémoire « mémoire visuelle d'*organisation* »?

Mais le mot n'importe guère. Il faut savoir gré à M. Binet d'avoir mis en lumière une forme de la mémoire qui n'avait guère été étudiée. De quelque nom qu'on l'appelle, le psychologue devra en tenir compte. Et de l'ensemble du livre de M. Binet se dégage, à notre avis, la très intéressante conclusion que la mémoire des images est chose moins simple qu'on ne pense, et que l'activité du sujet y joue un très grand rôle.

H. Bergson.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 516e et 517e livraisons. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes, Paris, 1895.*

Les 516e et 517e livraisons renferment des articles sur l'acide *lactique* et la *lactose* par notre collaborateur M. C. Matignon; sur la *laine*, son industrie et son commerce, par MM. Larbalétrier, Goguel et Knab; sur le *lait*, sa formation, sa composition, sa digestibilité, les microorganismes qu'il renferme, par notre collaborateur le Dr Langlois; sur le *laiton* et sur les scories qu'on appelle *laitier* en métallurgie, par M. L. Knab; sur les deux genres de mammifères qui ont pour type le *lama* et le *lamantin*, par M. E. Trouessart; les biographies du grand prédicateur *Lacordaire*, par M. E. H. Vollet; de *La Fontaine*, par M. F. Brunetière; de *Mme de la Fayette*, par M. Asse; du général *La Fayette*, par M. E. Charavay; du célèbre naturaliste *Lamarck*, par M. le Dr Hahn; *de Lamartine*, par M. E. Tourneux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Mars 1895.

M. **Guyou** lit une notice sur la vie et les travaux de M. l'amiral **Pâris**, membre de la Section de Géographie et de Navigation.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Résal** donne une famille de lignes, qu'il appelle axoïdes, telles que deux segments de sa normale, limités par deux lignes données (directrices), soient égaux; ces lignes résolvent le problème qu'on est amené à se poser en mécanique appliquée quand on se donne le profil d'un tuyau dont la section est variable, ou bien l'intrados et l'extrados d'une voûte en berceau. — Le **P. Repin** rectifie quelques théorèmes énoncés antérieurement par le théorème suivant: Un seul carré pair devient un cube lorsqu'on lui ajoute 47, savoir le carré de 500, lequel devient alors le cube de 63. — M. le Secrétaire perpétuel signale les Leçons autographiées sur l'intégration des équations différentielles de la Mécanique et ses applications de M. **P. Painlevé**, et un Essai de Géographie générale de M. **Christian Garnier**. — M. **Rosard** communique ses observations de la planète Wolf BP, faites à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner).

2° Sciences physiques. — M. **Amagat** examine et discute les valeurs de la pression intérieure et du viriel des forces intérieures dans les fluides en s'appuyant sur les résultats fournis par l'étude de la compressibilité des principaux gaz. La pression intérieure: $\pi = T\frac{dp}{dt} - p$, est une fonction manifestement différente de la quantité π', appelée aussi pression intérieure et définie par l'équation de Clausius :

$$KT = \frac{3}{2}\, p + \pi'\, v$$

quand on y a remplacé le viriel des forces intérieures par $3\,\pi'\,v$. En outre, on ne vérifie pas l'hypothèse de M. Sarrau, à savoir que le travail moléculaire relatif à la variation de volume dv serait représenté par $\pi' dv$ dans le cas où le volume des molécules et l'amplitude des mouvements stationnaires seraient très petits relativement aux distances intermoléculaires. — M. **E. Renou** donne l'ensemble des observations météorologiques faites pendant le mois de février au parc de Saint-Maur. Ce mois particulièrement froid donne une moyenne de basse température qui n'a pas été constatée depuis 1740. — M. **J. Carpentier** présente un certain nombre de vues panoramiques obtenues par agrandissement de clichés 4 1/2 × 6 fournis par la photojumelle à répétition. L'emploi de préparations orthochromatiques et d'un verre compensateur à teinte jaune foncé donne à ces photographies des finesses de détail remarquables. — M. **V. Ducla** adresse un mémoire relatif aux constantes calorimétriques des divers corps, rapportées à l'unité de volume. — M. **Léopold Hugo** adresse une note sur l'analogie entre le gâteau d'argent fin, après expulsion de l'oxygène, et les régions volcaniques de la lune. — M. **A. Villiers** a reconnu que les deux fonctions acide et alcali, que peut remplir le sulfure de zinc, n'appartiennent pas à un même corps, mais à deux variétés distinctes par leurs propriétés physiques et chimiques et non susceptibles de se transformer directement l'une dans l'autre entre 0 et 100°. La théorie de M. Jungfleisch sur la constitution des cinétiques rend compte de ces faits et en reçoit elle-même une nouvelle vérification. — M. **E. Mounet** a fait l'étude des chaleurs de dissolution et de dilution de l'acétate de soude, en prenant comme abscisses les concentrations et comme ordonnées les chaleurs de dilution; il obtient à 150 une courbe presque rectiligne montant rapidement de la concentration 0 à la concentration 10, puis une courbure très nette entre les concentrations 5 et 17,5; enfin, à partir de cette dernière concentration, la courbe tend à devenir asymptotique à une droite parallèle à l'axe des abscisses. — M. **Délépine** signale l'action des acides sur les iodures d'ammonium de l'hexaméthylène amine comme un nouveau mode de formation des amines primaires; il indique aussi l'utilité de l'emploi du réactif bismuthique qui permet de séparer les amines d'avec l'ammoniaque; même au cas relatif à l'amylamine, il permet de séparer cette base de la base insoluble dans l'eau, laquelle donne un bismuthate très soluble. — M. **Jacques Passy** établit que toute production d'odeur s'accompagne de la diffusion dans l'atmosphère et de l'apport à la muqueuse olfactive d'une substance odorante, dont la présence peut être décelée par l'emploi d'un agent chimique approprié, qui, détruisant cet individu chimique, détruit en même temps l'odeur correspondante. — M. **A. Müntz** déduit des recherches sur les exigences de la vigne les conclusions suivantes : 1° l'absorption de l'azote et de la potasse est beaucoup plus considérable que celle de l'acide phosphorique ; 2° l'azote est absorbé en grande quantité par la vigne, et, contrairement à des idées très répandues, les fumures azotées doivent intervenir; 3° dans le Midi, l'azote est absorbé en plus forte proportion que la potasse; dans les régions plus septentrionales, c'est la potasse au contraire qui est absorbée plus abondamment; 4° la vigne du Midi, beaucoup plus productive, n'exige pas une somme de matériaux nutritifs notablement supérieure à celle des vignes des climats plus tempérés; 5° la quantité des éléments fertilisants mise en jeu par la vigne pour produire un hectolitre de vin est trois ou quatre fois plus considérable dans les pays plus septentrionaux que dans le Midi.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **d'Abbadie** indique un remède prophylactique des fièvres paludéennes; c'est l'emploi d'une fumigation journalière de soufre sur le corps. — M. **Lechappe** adresse une note relative à l'emploi de l'alun dans le traitement des maladies de la vigne. — M. **Balland** fournit certaines données sur la composition de quelques avoines françaises et étrangères de la récolte de 1893, qui permettent de les distinguer des principaux types. — M. **Durand (de Gros)** donne de nouvelles considérations sur l'anatomie comparée des membres, surtout en ce qui concerne les caractéristiques morphologiques du bras et de l'avant-bras chez les Vertébrés supérieurs (torsion, flexion, etc.) et désirerait que les variations de la conformation des membres fussent indiquées dans la nomenclature morphologique de la Zoologie. — M. **Ed. Perrier**, à l'occasion de la communication de M. Durand (de Gros), rend hommage à ce savant qui, un des premiers, chercha à établir cette proposition : « Les Vertébrés ne sont pas des animaux simples, mais bien des animaux composés résultant de l'association d'un certain nombre d'individualités, dont les vertèbres, qui se répètent régulièrement d'une extrémité à l'autre du corps, sont les indications les plus nettes. » — MM. **E. L. Bouvier** et **G. Roché** ont étudié une maladie qui a sévi sur les langoustes à la fin de l'année dernière, mais qui a disparu très rapidement. Cette maladie était due à un cocco-bacille et se manifestait à l'exté-

rieur par des plaques œdémateuses sur les premières articulations des pattes. — M. **Moynier de Villepoix** présente quelques rectifications sur la formation de la coquille des Mollusques. — M. **Guébhard** fournit de nouvelles données sur les partitions anormales des Fougères.

J. Martin.

Séance du 11 Mars 1895.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'académicien libre laissée vacante par le décès de M. F. de Lesseps, présente en première ligne M. **Adolphe Carnot**, en seconde ligne MM. **Lauth**, **Linder**, **de Romilly**, **Rouché**. — M. **G. Darboux** présente la médaille exécutée en l'honneur du cinquantenaire de l'entrée de M. **Joseph Bertrand** dans l'enseignement.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Rayet** adresse ses observations de la planète BP (M. Wolf, 23 février 1895), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux. — M. **Emile Picard** présente quelques remarques sur les courbes définies par une équation différentielle du premier ordre ; en particulier, il démontre qu'il n'existe pas de courbe intégrale se rapprochant indéfiniment d'un point singulier, correspondant à une équation différentielle du premier ordre, sans y arriver avec une tangente déterminée. — M. **E. Goursat** précise certains points de la méthode de M. Darboux pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre, méthode qui ramène la détermination de l'intégrale à l'intégration d'un système d'équations différentielles ordinaires (E). En général, ce système, variable avec la fonction arbitraire $\varphi(v)$ dont dépend l'intégrale intermédiaire nécessaire, ne peut être intégré que si l'on a particularisé cette fonction ; il n'en est plus de même lorsque deux systèmes de caractéristiques de l'équation aux dérivés partielles du second ordre sont confondues ; si l'équation admet une intégrale intermédiaire d'un ordre quelconque, renfermant une fonction arbitraire, il suffit d'intégrer un système unique d'équations différentielles ordinaires, pour pouvoir en déduire sans aucune intégration nouvelle l'intégrale générale qui appartient à la première classe d'Ampère. — M. **E. Cartan** énonce le théorème suivant, relatif à certains groupes algébriques : Si un groupe transitif n'admet pas de transformation distinguée et que son plus grand sous-groupe invariant intégrable soit de rang zéro, on peut toujours, au moyen d'un changement de variables et de paramètres convenable, faire en sorte que les coefficients des transformations infinitésimales de ce groupe soient des fonctions rationnelles des variables et les équations finies dépendent algébriquement des variables et des paramètres. — M. **Desaint** démontre quelques théorèmes : 1° La fonction inverse arithmétique de la fonction eulérienne de seconde espèce admet une dérivée dont les zéros sont tous réels. 2° Les fonctions entières de genre pair ω, dont le multiplicateur exponentiel du produit infini de facteurs primaires de M. Weierstrass est de la forme :

$$Ae^{\alpha x^{\omega+2}+\beta x^{\omega+1}+\gamma},$$

où A est une constante, α, β réels et α positifs, jouissent de cette propriété que si leurs zéros sont réels, les zéros de leur dérivée sont tous aussi réels. — M. **de Jonquières** donne la démonstration d'un théorème énoncé récemment sur les nombres entiers.

2° Sciences physiques. — M. **J. Janssen** insiste sur l'intérêt des observations des éclipses de lune, observations qui peuvent éclairer la constitution des hautes régions de l'atmosphère. — M. **Lecoq de Boisbaudran** communique un travail documenté sur les volumes des sels dans leurs dissolutions aqueuses; il en conclut que pour obtenir des solutions laissant cristalliser à leur sommet, et non plus sur le fond, des substances solides plus lourdes qu'elles, il faut prendre, comme substances montantes, des corps donnant une contraction notable par cristallisation en solution sursaturée et comme substances auxiliaires des corps n'agissant pas chimiquement sur les substances montantes, non isomorphes avec elles et fournissant des solutions lourdes, de façon que la substance montante soit seulement un peu plus dense que la solution complexe. — M. **A. Blondel** expose une méthode pour la mesure directe de l'intensité lumineuse moyenne sphérique des sources de lumière et donne la description de l'appareil nouveau, le *lumen-mètre*, utilisé par cette mesure. Le lumen-mètre permet de faire des mesures comparatives ou des mesures en valeurs absolues. — M. **de Montessus de Ballore** donne une évaluation approchée de la fréquence des tremblements de terre à la surface du globe en s'appuyant sur la constance des rapports qui existent entre les observations historiques sismologiques et sismographiques faites à des époques différentes dans une même région. — M. **Mayencon** adresse une note sur la perméabilité du platine à l'hydrogène et à l'oxygène. — M. **Berthelot** a reconnu que l'argon pouvait entrer en combinaison avec certains composés organiques, et notamment avec la vapeur de benzine. — M. **Schlœsing** a étudié les pertes d'azote entraîné par les eaux d'infiltration en profitant de l'abaissement de température qui s'est maintenu pendant quelques semaines, abaissement qui permettait d'être assuré que les rivières ne recevaient aucun apport d'eau de ruissellement et s'alimentaient uniquement par des eaux souterraines provenant des infiltrations de la pluie dans le sol, en même temps que la végétation aquatique bien alanguie ne consommait guère de nitrates. Le dosage de l'acide nitrique dans les cours d'eau donnait ainsi les titres nitriques moyens des eaux d'infiltration de leurs bassins. L'auteur en conclut que les pertes d'azote par infiltration ne sont pas aussi grandes qu'on le pense ; la nitrification est sous la dépendance de la matière organique, active ou lente, selon la proportion de cette matière, en sorte que la perte d'azote est comme un impôt proportionnel, qui pèse peu sur les terres pauvres et ne grandit qu'avec la richesse des champs. — MM. **Chatin** et **Muntz** ont repris l'analyse détaillée des coquilles d'huîtres et appliquent leurs résultats pour donner l'explication de l'emploi des écailles d'huîtres en agriculture et dans l'ancienne thérapeutique. — M. **Vigouroux** expose ses méthodes d'analyse du silicium amorphe titrant 99,60 %; la silice est dosée par le chlore, le silicium est attaqué par les carbonates alcalins et les métaux sont recherchés dans le produit du traitement par un mélange des acides fluorhydrique et azotique. — MM. **Brochet** et **Cambier** ont étendu l'action de l'aldéhyde formique sur les sels ammoniacaux en faisant varier les conditions de proportion relative et de température; à froid, le chlorhydrate d'ammoniaque donne l'hexaméthylène-amine avec une série de composés intermédiaires ; à chaud on obtient du chlorhydrate de monométhylamine en quantité théorique. — M. **Paul Rivals** a fait l'étude thermique des dérivés chlorés du chlorure d'acétyle dans le but de comparer leur chaleur de formation à celle des aldéhyde chlorés isomériques : problème intéressant à cause de la différence des fonctions des deux séries d'isomères et des groupements substitués. — MM. **P.-A. Guye** et **Ch. Jordan** ont effectué le dédoublement de l'acide α-oxybutyrique de synthèse en ses deux composants dextrogyre et lévogyre en passant par l'intermédiaire des sels de brucine suivant la méthode de M. Pasteur. — M. **E. Gérard** expose toutes les raisons d'ordre physique et chimique qui caractérisent nettement l'acide daturique découvert par lui comme une espèce chimique bien déterminée et non comme un mélange, suivant l'opinion de M. Arnaud.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Kaufmann** dans ses recherches sur la présence du glycogène dans le sang des animaux normaux et diabétiques montre que la

matière glycogène est un élément constitutif du sang normal, et que le sang des animaux rendus diabétiques par l'extirpation du pancréas renferme une quantité de glycogène beaucoup plus considérable que celui des animaux sains. — M. **Tissot** montre que la quantité totale de CO^2 dégagée par un muscle placé dans l'air, n'a aucun rapport avec les phénomènes d'activité physiologique dont le muscle isolé est encore le siège; seule la quantité d'oxygène absorbée est en relation avec les phénomènes physiologiques du muscle. — M. **Vuillemin**, dans une étude sur la structure et les affinités des *Microsporon*, montre qu'ils s'éloignent des *Saccharomyces* dont ils n'ont même pas les bourgeons pour se rapprocher des algues du groupe des Cénobiées. — M. **E. Caustier** a étudié le développement embryonnaire d'un Dromiacé du genre *Dicranodromia* et a pu constater les relations étroites qui existent entre ce Dromiacé et les Anomoures et les Macroures. — M. **Wallerant** a observé une nouvelle combinaison de formes présentée par des cristaux de quartz recueillis dans les dépôts tertiaires des environs de Paris. Ils présentent une disposition analogue à celle observée dans l'améthyste.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Mars 1895.

M. **Renaut** (de Lyon) expose le résultat de ses recherches sur les cellules nerveuses multipolaires et leurs prolongements protoplasmiques et explique, d'une façon nouvelle, découlant de l'observation directe des faits, comment s'opère leur articulation. — MM. **Cornil** et **Durante** citent plusieurs accidents cérébraux curables dus à la grippe. — M. **Lancereaux** résume les effets comparés des boissons alcooliques chez l'homme et leur influence prédisposante sur la tuberculose. Il montre les progrès croissants de la consommation des boissons avec essences qui sont particulièrement nuisibles et il fait voir la nécessité d'en interdire le débit. — Suite de la discussion sur la valeur comparative des tractions rythmées de la langue et de l'insufflation. — M. **Richelot** lit un mémoire sur un procédé définitif d'hystérectomie abdominale totale pour fibromes utérins.

Séance du 12 Mars 1895.

M. le Président annonce la mort de M. **Marjolin**, associé libre. — M. L. Collin, au nom de M. **Debaussaux**, cite de nouveaux faits relatifs aux accidents cérébraux dus à la grippe. — M. **Magitot** résume ses recherches sur le *phosphorisme :* les ouvriers employés à la fabrication des allumettes au phosphore blanc sont susceptibles d'absorber par les voies respiratoires des vapeurs phosphorées qui provoquent une intoxication lente, le *phosphorisme*. Ce dernier se manifeste par un certain nombre de phénomènes, en particulier une déchéance dans la nutrition, qui se traduit surtout par un accroissement considérable de la déminéralisation de l'organisme. Il en résulte une modification profonde du système osseux qui imprime une gravité inusitée aux accidents qui peuvent l'atteindre. Il se produit généralement, mais cependant seulement dans le cas d'une lésion préalable, une nécrose spéciale des mâchoires, dite *nécrose phosphorée*, qui entraîne la mutilation ou la mort. La thérapeutique consiste dans un régime lacté exclusif, l'emploi de l'oxygène, de l'essence de térébenthine, l'exercice. Le remède radical serait l'interdiction légale de l'emploi du phosphore dans la fabrication des allumettes. — M. **Panas** cite un empyème du sinus maxillaire, compliqué d'ostéopériostite orbitaire, avec perforation de la voûte ; abcès du lobe frontal et atrophie du nerf optique ; mort. — M. **Folet** (de Lille) cite une grossesse utérine gémellaire avec rétention, pendant 15 ans, d'un fœtus mort à terme ; laparatomie, extirpation du sac et de son contenu ; guérison.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 2 Mars 1895.

M. **Vaquez** cite de nouveaux faits qui prouvent l'augmentation du nombre des globules rouges dans la cyanose chronique. — M. **Lapicque** a constaté le même phénomène. — MM. **Guinard et Artaud** font une communication sur la période latente dans les empoisonnements par les toxines microbiennes. — M. **Kaufmann** a constaté qu'après la section du bulbe la quantité d'urée qui se trouve dans le sang augmentait notablement. — M. **Chassevant** montre que certains sels métalliques accélèrent la fermentation lactique. — M. **R. Dubois** envoie un travail sur le sommeil hibernal de la marmotte.

Séance du 9 Mars 1895.

M. **Kaufmann** a constaté la présence constante du glycogène dans le sang normal de l'homme et des animaux. — MM. **Déjerine** et **Mirallié** font une communication sur les troubles trophiques et vaso-moteurs dans la syringomyélie. — M. **Charrin** présente un appareil, dû à M. **Chaussey**, qui permet de recueillir du sérum absolument pur et exempt d'hémoglobine. — MM. **Chauveau** et **Tissot** ont étudié le dégagement gazeux d'un muscle séparé du corps. — M. **Lefèvre** envoie une note sur l'action des bains froids. — M. **Dastre** montre que la fibrine est parfaitement digérée par des solutions salines faibles et aseptiques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 février 1895.

M. **Camichel** a fait une étude expérimentale de l'absorption de la lumière par les cristaux. Les spectrophotomètres employés jusqu'ici ne conviennent qu'imparfaitement. Les uns ne se prêtent guère à l'étude des cristaux. D'autres conviennent très bien à ce cas, mais ne réalisent pas les conditions nécessaires pour l'application rigoureuse de la loi de Malus. M. Camichel a réalisé un appareil qui en permet une application rigoureuse. De plus il donne des plages monochromatiques très étendues et permet de ne se servir que d'une portion très faible du cristal. On peut ainsi utiliser soit les cristaux de petites dimensions, soit ceux qui ne sont homogènes que dans une faible étendue. Enfin la comparaison ne porte plus, comme dans les appareils ordinaires, sur deux points différents du cristal; on utilise le même point. Dans cet appareil les deux parties du faisceau qui tombe sur le spectroscope proviennent l'une d'un faisceau réfléchi par la partie supérieure argentée d'une glace; l'autre a traversé la partie inférieure, non argentée, de la glace. C'est sur le trajet du faisceau transmis qu'est placé le cristal, derrière la fente d'un collimateur muni d'un nicol mobile au centre d'un cercle divisé. Le faisceau réfléchi, éclairé par la même source que le précédent, est fourni par un collimateur contenant deux nicols, dont le second est mobile. Entre les deux est un compensateur Soleil, dont l'un des prismes se déplace devant l'autre au moyen d'une vis micrométrique. Le spectroscope ne porte pas d'oculaire. Dans le plan focal où se peignent les deux spectres est une fente parallèle à l'arête du prisme. En y plaçant l'œil, on voit deux demi-cercles lumineux de même couleur, exactement juxtaposés, provenant des deux parties du faisceau. En agissant sur le compensateur, on amène les deux demi-cercles au même éclat; et, lorsque l'égalité des deux plages est obtenue, la ligne de démarcation disparaît complètement. Pour mesurer avec cet appareil un coefficient d'absorption, il suffit de déterminer les deux rotations α et α' imprimées aux rayons jaunes par le compensateur, d'abord sans interposition du cristal, puis après avoir amené le cristal derrière la fente. Le coefficient de transmission est donné par le carré du rapport des sinus, puis par une exponentielle; on en déduit le coefficient d'absorption. M. Camichel a étudié diverses questions. Il a d'abord

montré que les deux vibrations principales d'un cristal ne s'influencent pas mutuellement pendant leur passage à travers le cristal. Puis il a prouvé que, de même que pour les corps isotropes, une seule exponentielle suffit bien pour représenter la loi de l'absorption en fonction de l'épaisseur. Il s'est ensuite demandé si la théorie de l'ellipsoïde d'absorption suffisait pour tous les systèmes cristallins. Pour les quatre premiers systèmes elle s'applique en toute rigueur, et de plus les axes de cet ellipsoïde coïncident avec les axes d'élasticité optique. Ces résultats ont été vérifiés en particulier sur la tourmaline. En ce qui concerne les systèmes dissymétriques, les cristaux clinorhombiques, tels que l'épidote, présentent encore un ellipsoïde dont l'un des axes coïncide avec l'axe binaire du cristal, les deux autres sont dans le plan de symétrie et rectangulaires, mais distincts des axes optiques. Quant aux tricliniques, le phénomène est encore représenté par un ellipsoïde, mais sans aucune coïncidence entre les axes. Cette obliquité des axes d'absorption par rapport aux axes optiques a déjà été signalée par MM. Laspeyres et Ramsay, et M. Becquerel. L'auteur l'a confirmée en reprenant l'étude de l'épidote (clinorhombique), puis étendant cette étude à l'axinite (triclinique) et aux cristaux colorés chimiquement ou accidentellement tels que le sulfate double de potassium et de cobalt (clinorhombique), et le sel de Sénarmont. Enfin M. Laspeyres et M. Ramsay (1887) ont cru tous deux observer que les maxima et minima d'absorption n'étaient pas rectangulaires. Mais leurs expériences, relatives à l'épidote, sont trop peu précises et sujettes à caution. M. Camichel a abordé des expériences quantitatives sur l'épidote qui est le seul cristal clinorhombique qu'on puisse étudier, et il a contrôlé ses résultats par une seconde méthode. Les phénomènes sont rigoureusement représentés par la théorie de l'ellipsoïde et les axes sont parfaitement rectangulaires. — M. **Carvallo** confirme les conclusions précédentes, en rappelant que M. Becquerel, par l'absorption précisément, avait déjà constaté la rectangularité des axes. Mais la pénurie de cristaux clinorhombiques est fâcheuse, car il est à penser que les axes ne seraient pas rectangulaires pour tous, par exemple pour ceux qui sont doués du pouvoir rotatoire. Quant à la règle de l'ellipsoïde, elle est, en effet, suffisamment exacte lorsque les indices principaux sont peu différents, comme dans les cas étudiés par M. Camichel, mais, avec des indices assez différents, il y aurait des divergences notables. Ce sont là des conséquences forcées des équations de la lumière, si ces équations sont bien des équations aux dérivées partielles dont les termes principaux sont du second ordre, et si les termes relatifs à l'absorption et à la polarisation rotatoire sont des termes d'ordre impair. — M. **Janet** présente un thermomètre à zéro invariable dû à M. **Marchis**. C'est un thermomètre dont le réservoir est en platine et directement soudé à la tige de verre. Le réservoir est protégé à l'extérieur par quatre baguettes de verre. Le remplissage exige des précautions particulières, car il ne faut chauffer le mercure qu'au-dessous de 150°, sinon il y aurait amalgamation. Le thermomètre de M. Marchis est bien exempt de toute bulle d'air et de toute trace d'oxyde. L'invariabilité du zéro a été contrôlée en faisant parcourir au thermomètre un grand nombre de cycles. Le zéro est absolument invariable à $\frac{1}{1000}$ de degré près. L'appareil a en outre l'avantage de se mettre très rapidement en équilibre de température. — M. **Guillaume** craint que, à la longue, l'amalgamation ne se produise dès 100°. D'autre part, les baguettes qui protègent le réservoir doivent empêcher de tasser suffisamment la glace pour obtenir le zéro. Néanmoins, bien que les thermomètres en verre dur présentent aussi au bout de quelques années un zéro presque invariable, la fixité du zéro de ce nouveau thermomètre est digne d'attirer l'attention. De plus l'étude des coefficients de pression extérieure et intérieure présenterait quelque intérêt. Il serait curieux de savoir si la relation entre ces deux coefficients est encore satisfaite. Enfin la grande rapidité de ses indications le rendrait précieux dans certains cas en météorologie. Et ce procédé de soudure du platine au verre pourrait avec avantage être utilisé pour la construction des lampes à incandescence. — M. **Cailletet** et M. **Gariel** signalent successivement qu'ils avaient, chacun de leur côté, fait, il y a plusieurs années, de nombreux essais pour obtenir des thermomètres à réservoir de fer ou de platine, qui, par la rapidité de leurs indications, rendraient de grands services comme thermomètres médicaux.

Edgard Haudié.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 25 Janvier 1895.

M. **Villiers** présente une série de faits venant appuyer l'hypothèse déjà ancienne d'après laquelle les éléments entrant dans la constitution des corps composés, ne sont pas dans le même état de condensation que celui sous lequel nous les connaissons (état protomorphique). M. Villiers montre que certaines propriétés des sulfures de cobalt, de nickel, de platine, de zinc, cadrent très bien avec cette hypothèse. Dans certains cas, ces corps, fraîchement préparés, n'ont pas les propriétés qu'ils présentent au bout de quelque temps. On peut admettre que primitivement, venant d'être précipités, ils sont à cet état que l'auteur appelle protomorphique. — M. **Tanret** a étudié la formation des éthers des sucres à l'aide de l'anhydride acétique en présence soit d'acétate de soude fondu, soit de chlorure de zinc. Les résultats obtenus dans les deux cas avec le glucose sont différents, comme on l'avait déjà reconnu. M. Tanret a réussi à obtenir 3 pentacétines du glucose cristallisées. Le dérivé α fond à 130° et est légèrement dextrogyre ($\alpha^d = +4°$); le dérivé β fond à 85° ($\alpha^d = +59°$); le dérivé γ fond à 111° ($\alpha^d = 101°,75$). La pantacétyldextrose de Kœnigs et Erwig fondant à 111° est un mélange des composés α et β. On peut d'ailleurs en opérer facilement la séparation grâce à leurs solubilités différentes dans l'alcool et l'éther. — M. **Delépine** a répété l'hydrogénation de l'hexaméthylènamine par le zinc et l'acide chlorhydrique. Opérant à froid, il faisait passer les gaz dégagés dans l'eau de baryte. Il n'a obtenu que des traces d'acide carbonique et il a bien obtenu, comme il l'avait annoncé antérieurement, de la triméthylamine; aussi, après ses expériences, il maintient que l'hydrogénation est bien la cause de la formation de la triméthylamine. — MM. **Friedel et Chabrié** ont obtenu les séléniophosphures correspondant aux sulfophosphures décrits antérieurement par M. Friedel. Ils prennent naissance au rouge par réaction de leurs éléments constituants, mis en présence dans les proportions voulues. Les auteurs ont ainsi préparé les séléniophosphures d'argent, de fer, de plomb, de cuivre et d'étain, répondant aux formules : PSe^3Ag^4, PSe^3Fe^2, PSe^3Cu^2, $P^2Se^6Pb^2$, P^2Se^6Sn; les dérivés argentiques et cupriques sont en aiguilles visibles à l'œil nu. Dans leurs dosages, pour recueillir le précipité de sélénium, MM. Friedel et Chabrié ont obtenu des résultats satisfaisants en se servant de filtres en terre poreuse. On lave le filtre à l'alcool, on le sèche à 110° avant et après la filtration; la différence de poids dans ces deux cas donne le poids de sélénium. — La Société a reçu une note de M. **Prud'homme** sur les matières colorantes sulfonées et une note de Léon **Lefèvre** sur la constitution du vert à l'iode.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 6 Mars 1895.

M. **Laisant**, à propos d'une équation différentielle linéaire du quatrième ordre, signale un produit continu composé avec l'unité imaginaire dont la valeur est réelle. — M. **Bioche** signale une valeur approchée de π qui permet de trouver par une construction très simple la longueur d'une circonférence de rayon donné

ou le rayon d'une circonférence de longueur donnée. — M. Picard étudie les courbes intégrales de l'équation différentielle du premier ordre et du second degré. — M. Carvallo donne une démonstration simplifiée des équations de Lagrange qui permet d'éviter le changement de variables par lequel on passe des coordonnées des n points aux paramètres dont dépend la position de la figure. On applique le théorème des travaux virtuels directement au moyen de ces paramètres. — M. Raffy signale une classe d'équations linéaires d'ordre quelconque dont on obtient l'intégrale générale en y remplaçant chaque dérivée par une constante arbitraire. M. D'OCAGNE.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

E. N. Griffiths. — Chaleur latente de vaporisation de l'eau. — Étude de la chaleur latente de vaporisation entre 10° et 60°; les nombres trouvés concordent bien avec ceux de Regnault et de Winkelmann. Il résulte de la comparaison de ces nombres que la chaleur latente, entre 0 et 100° peut être très bien représentée par la formule :

$$L = 596{,}73 - 0{,}60\,10\,\theta.$$

La densité de vapeur de l'eau, déduite de la formule de Clapeyron :

$$L = \frac{T}{J}(s' - s)\frac{dp}{dT}$$

où l'on remplace L et J par les nombres de M. Griffiths, est la même que la densité obtenue directement par l'expérience tant qu'on reste à une pression inférieure à 140 m/m; au-dessus, la densité réelle est environ 1,02 fois la densité théorique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 Février 1895.

M. A.-P. Laurie, M. A., rend compte de ses expériences sur la force électromotrice d'un courant traversant une solution d'iode dans l'iodure de potassium. Il a remarqué que la force électromotrice devient plus faible à mesure que diminue la quantité d'iode dissoute. Par exemple, pour une solution contenant 0,1 °/₀ la force électromotrice est de 1,460 volts; pour une solution à 0,001 °/₀ elle devient 1,369 volts. Si la solution d'iodure de potassium est tout à fait exempte d'iode, cette force électromotrice est égale à 1,172 volts. Si l'on prend comme dissolvant de l'iode l'iodure de cadmium, les résultats sont à peu près identiques. — MM. C.-F. Cross, E.-J. Bevan et C. Beadle : Contribution à l'étude des propriétés chimiques de la cellulose. Ces auteurs ont examiné les réactions des sels doubles de la cellulose avec les sels de zinc et l'action des composés de la cellulose et de l'acétate de zinc sur le chlorure d'acétyle à froid (30°). Le mode de décomposition de ces acétates de la cellulose semblerait leur donner comme formule : $C^6H^6O\,(OAc)^4$. — MM. Holland Crompton et Miss A. Vhitteley ont continué leurs recherches sur la détermination des points d'ébullition de différents mélanges organiques. — MM. Joseph Reddrop et Hugh Ramage décrivent une nouvelle méthode pour la détermination volumétrique du manganèse. Ils ont repris la méthode proposée par L. Schneider, qui consiste à oxyder les sels de manganèse par le peroxyde de bismuth en présence de l'acide nitrique. Ils remplacent le peroxyde par le bismuthate de sodium préparé exempt de chlore et ils sont arrivés ainsi à des résultats plus précis. — M. P. Stanley Kipping continue à étudier l'acide bromocamphorique et les produits d'oxydation d'un dibromocamphre. — MM. Horace, T. Brown F. R. S. et G. Harris Morris font une communication sur l'action de la diastase sur une pâte froide d'amidon. — M. H.-W. Perrin F. R. S. : Sur la rotation magnétique de quelques hydrocarbures non saturés.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 14 Février 1895.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. D. Geitler : Etude des oscillations électriques dans le résonnateur de Hertz. — M. Bachmetjew : Distribution du magnétisme dans les fils de fer. — M. Klemencic : Observations sur le magnétisme circulaire et le magnétisme axial. — M. Carl Hlawapch : Nouvelle combinaison naturelle de cuivre et d'antimoine : ce minéral, cristallisé en forme de tables, renferme du plomb, du bismuth, un peu de soufre et d'argent, et le composé Cu^2Sb qui n'a pas encore été observé.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. Becké lit un long mémoire relatant les travaux géologiques et minéralogiques accomplis sous la direction de la Commission des études pétrographiques de la chaîne centrale des Alpes de l'Est.

Séance du 20 Février 1895.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Fl. Mertens : Sur la composition des formes linéaires quadratiques.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ad. Lieben : Réduction de l'acide carbonique à la température ordinaire. L'acide en solution aqueuse est transformé par l'amalgame de sodium uniquement en acide formique et avec un rendement presque théorique; la réaction se passe en présence ou en l'absence de la lumière, ou même en solution acide, mais le rendement est diminué. Le zinc, l'aluminium ne réduisent pas CO^2 en présence des acides, ni les amalgames d'aluminium et de magnésium, à moins d'opérer en liqueur alcaline. — — MM. Knoll et Paul Cohn ont préparé l'o. bromophénylnaphtylcétone par la condensation de l'orthobromochlorure de benzoyle en présence de Al^2Cl^6; c'est un corps cristallin fondant à 89°; on le caractérise facilement par un dérivé sulfuré (point de fusion 143°) et une oxime (fusion 155°).

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Papavasiliu. La tempête de Lokris du 20 au 27 avril 1894.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Février 1895.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Rapport de MM. J. C. Kapteyn et H. G. van der Sande Bakhuyzen sur le mémoire de M. H. J. Zviers, intitulé : « Recherches sur l'orbite de la comète périodique d'Holmes et sur les perturbations de son mouvement elliptique ». Introduction (combinaison des développements de MM. Gibbs et Fabritius en un ensemble utile au calculateur), définition de l'orbite provisoire, définition des éléments définitifs de l'orbite, calcul des perturbations (jusqu'au 26 juillet 1890). En 1899, la comète se rapprochera de la Terre une seconde fois.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — Rapport de MM. van der Waals et H. A. Lorentz sur le mémoire de M. P. H. Dojes intitulé : « La théorie du rayonnement en rapport avec les idées de Fourier ». La recherche de l'auteur a trait aux sujets auxquels Kirchhoff, Clausius, etc. ont appliqué la seconde loi de la théorie mécanique de la chaleur. A côté du principe de l'équilibre de la température, il s'est servi de l'hypothèse du rayonnement particulaire de Fourier. Ainsi il admet que chaque élément de volume d'un corps émet des rayons vers toute direction, et que ces rayons, absorbés en partie par les couches enveloppantes, arrivés à la surface unie, obéissent, à leur passage dans le milieu environnant, aux lois ordinaires de la réfraction. Pour un corps terminé par un plan perpendiculaire à une dimension assez considérable, il calcule l'énergie émise, pendant l'unité de temps, par un élément de la surface en des directions limitées. L'expression contient deux constantes qui ne dépendent pas de la température et de la durée des vibrations; l'auteur les appelle les coefficients d'émission et d'absorption spécifiques

du corps. De plus l'expression contient l'angle du rayon réfringé, l'indice de réfraction et un coefficient qui détermine la partie de l'énergie qui est réfléchie. Quant à l'influence du milieu environnant, l'équation est d'accord avec un résultat connu de Clausius. Ensuite, l'auteur s'occupe du cas de deux matières rayonnantes et absorbantes, situées de part et d'autre d'un plan. L'égalisation des quantités d'énergie émises fait voir que le quotient des deux nouveaux coefficients multiplié par le carré de la vitesse de propagation, a la même valeur pour les deux matières. Enfin l'auteur étudie un corps rayonnant en contact avec un milieu diathermane comme l'éther. Il trouve que la densité de l'énergie rayonnante dans l'éther ne dépend que de la température des corps et que deux milieux diathermanes en équilibre avec le même corps rayonnant admettent la même quantité d'énergie en des cubes dont les arêtes sont égales aux vitesses de propagation, etc. — Communication de M. H. J Oosting, faite par M. H. Kamerlingh Onnes : « Sur les différences de phase des vibrations forcées transversales et longitudinales de fils tendus de caoutchouc. » Dans sa thèse (Groningue, 1889) intitulée : « On der houden trillingen van gespannen draden » (Vibrations continuées de fils tendus), l'auteur a augmenté la connaissance des vibrations continuées et forcées par l'emploi de cordes de caoutchouc et par la construction d'un instrument nouveau qui imprime un mouvement circulaire à l'un des bouts de la corde, l'autre bout restant fixe. Dans la dernière partie de cette thèse, la corde est tendue dans la direction d'un diamètre du cercle, de manière qu'on imprime, au point d'attachement, à la fois une vibration transversale et une vibration longitudinale, de même période, et d'une différence de phase égale à un quart de la période. Dans ce cas, la corde peut présenter à la fois des nœuds des deux vibrations, qui, en général, ne coïncident pas, la vitesse de propagation n'étant pas la même pour les deux vibrations. Alors les points de la corde décrivent des ellipses ou des lignes droites. La note présentée contient une extension de l'étude expérimentale par l'emploi de la photographie. Les trajectoires de points marqués blancs se montrent sur les photogrammes ; de plus, on a pris soin de photographier une échelle de comparaison à côté de la corde vibrante. L'auteur s'est servi encore d'un second instrument à l'aide duquel il était à même d'imprimer au bout mobile de la corde une vibration rectiligne sous un angle de 45° avec l'axe de la corde. Ainsi il a pu contrôler à maints points de vue, ce qu'il avait trouvé auparavant. L'auteur démontre que le rapport entre les vitesses de propagation des vibrations longitudinale et transversale varie avec la tension. — M. A.-P.-N. Franchimont lit deux communications de M. P. van Romburgh. La première se rapporte à quelques produits par addition du trinitrobenzène symétrique. D'après M. Hepp, le trinitrobenzène symétrique forme des produits colorés, par addition aux amines aromatiques. Maintenant l'auteur a observé que d'autres corps azotés se comportent d'une façon analogue. Ainsi la *brucine* qui forme des aiguilles d'un brun rouge, fondant à 158°, tandis que la *strychnine* ne s'y combine pas dans les mêmes circonstances. L'*indol* fournit des aiguilles d'un jaune d'or fondant à 187°, le *skatol* des aiguilles d'un rouge orange fondant à 182°, le *pyrrol* des aiguilles jaune d'or fondant à 95° et perdant le pyrrol en quelques heures à l'air, à 25°. Toutes ces combinaisons se composent d'une molécule sur une molécule de trinitrobenzène. La *pyridine* et la *quinoléine* ne s'y combinent pas ; au contraire le trinitrobenzène cristallise dans la pyridine en cristaux compacts. Avec la *pipéridine*, la *nicotine* et la *phénylhydrazine*, on obtient bien des colorations rouges, mais pas de produits cristallisés. Enfin quelques autres corps nitrés tels que :

$$C^6H^3.Az(CH^3)^2\ (1).(AzH^2)\ (3).(AzO^2)\ (4),$$
$$C^6H^3.Az(CH^3)^2\ (1).AzHCH^3(3).(AzO^2)\ (4),$$

donnaient, par addition d'une molécule à une molécule du trinitrobenzène (1.3.5), des produits d'un rouge cramoisi fondant à 130 et 144°. Dans la seconde communication, M. Romburgh s'occupe de quelques dérivés nitrés de la diméthylaniline. Tant par la nitration de la diméthylaniline dissoute dans beaucoup d'acide sulfurique que par celle de la métanitrodiméthylaniline avec l'acide azotique faible, l'auteur obtint un dérivé dinitré dont l'un, qui est jaune, fond à 176°, et l'autre, qui est rouge, fond à 112°. Le composé jaune contient un groupe AzO^2 facilement remplaçable par nitration ultérieure ; il se forme deux corps trinitrés, un jaune fondant à 154° et un orangé fondant à 196°. Le composé rouge ne fournit que le dernier dérivé trinitré orangé. Tous sont transformés dans le même produit tétranitré, c'est-à-dire la tétranitrophénylmonométhylnitramine :

$$C^6H(AzO^2)^4(2.3.4.6)\ (AzCH^3.AzO^2)\ (1).$$

Les transformations diverses que l'auteur a fait subir aux dérivés dinitrés et trinitrés susdits le conduisent à leur assigner les formules suivantes :

Trinitrodiméthylaniline

$$(154^\circ) = C^6H^2.Az(CH^3)^2(1).(AzO^2)^3(2.3.4),$$
$$(196^\circ) = C^6H^2.Az(CH^3)^2(1).(AzO^2)^3(3.4.6),$$

Dinitrodiméthylaniline

$$(176^\circ) = C^6H^3.Az(CH^3)^2(1).(AzO^2)^2(3.4),$$
$$(112^\circ) = C^6H^3.Az(CH^3)^2(1).(AzO^2)^2(3.6).$$

3° Sciences naturelles. — M. A.-A.-W. Hubrecht offre un mémoire intitulé « *Die Phylogenese des Amnions und die Bedeutung des Trophoblastes* » (la philogénèse de l'amnion et la signification du trophoblaste). Il résume ces résultats dans les thèses suivantes. Les explications courantes de la philogénèse de l'amnion sont inexactes. Il est improbable qu'on trouve le développement le plus primitif de l'amnion chez les Oiseaux. La manière dont se forme l'amnion de *Sorex*, explique celle de *Cavia*, *Pteropus*, *Mus* et *Arvicola*. En partant de ces formes, il devient possible de réunir, quant à la formation de l'amnion, les autres Mammifères et les Sauropsides. D'un autre côté, le trophoblaste de *Sorex*, qui donne naissance à l'amnion, peut être comparé à la couche ectoderme extérieure des Amphibies. De là, la possibilité de déduire, par hypothèse, l'amnion des Amniotes de formations qu'on trouve déjà chez les Anamniotes. S'il est nécessaire de distinguer les trois divisions Ornithodelphes, Didelphes, Monodelphes comme d'origine indépendante l'une de l'autre, les nouveaux résultats de la paléontologie sont favorables au point de vue de l'auteur. — M. W.-F.-R. Suringar « Sur les relations de parentage dans le règne végétal ». — Rapport de MM. Th.-W. Engelmann et Th. Place sur le mémoire de M. H. J. Hamburger « *Ueber die Reglung der osmotischen Spannkraft von Flüssigkeiten in Bauch- und Pericardialhöhle* » (Sur la régulation de la tension osmotique des fluides dans les cavités ventrale et péricardiale). Examen expérimental systématique du mécanisme de la résorption des fluides comme l'urine, la bile, etc. Des fluides introduits dans la cavité ventrale de lapins et de chiens sont résorbés par les vaisseaux capillaires de la circulation du sang en un quart d'heure ; les vaisseaux lymphatiques ne s'en occupent pas. Cette résorption, au lieu d'être un phénomène vital, comme le croient MM. Heidenham, Starling et Tubby, est démontrée être de nature exclusivement physique. L'auteur a obtenu en effet des phénomènes analogues de résorption et de régulation de la force osmotique par l'intermédiaire de membranes artificielles.

P.-H. Schoute.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

6e ANNÉE N° 7 15 AVRIL 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES NOUVELLES RECHERCHES DU PROFESSEUR W. RAMSAY

SUR L'ARGON ET L'HÉLIUM

Le Professeur Ramsay, qui poursuit avec activité l'étude du corps isolé par Lord Rayleigh et lui-même, a fait, le 29 mars 1895, devant la Société Chimique de Paris une conférence dans laquelle il a exposé ses plus récents résultats, dont quelques-uns sont de la plus haute importance.

L'un des points qui restaient à éclaircir, ainsi qu'il ressort des mémoires publiés dans la *Revue* du 15 février 1895, est celui de savoir si l'argon est un corps simple ou bien un mélange de deux corps.

Certaines raisons, notamment la dualité du spectre de l'argon signalée par M. Crookes, tendent à faire considérer l'argon comme un mélange [1]. M. Ramsay a cherché si cette hypothèse était en contradiction avec les autres propriétés de l'argon et il a procédé à une nouvelle série de déterminations des constantes physiques. La densité de l'argon n'avait été déterminée que d'une façon approchée; une série de déterminations a fourni les chiffres réunis dans le tableau I ci-contre.

La moyenne de ces déterminations est 19,901. Si l'on admet en même temps la nature mono-atomique du gaz, le poids atomique sera 39,8. Il n'y a pas de place pour un tel corps dans la classification de Mendeleeff; tandis qu'il y a une lacune, dans la huitième colonne correspondant à un corps dont le poids atomique serait approximativement 38, placé entre le chlore 35,5 et le potassium 39,1. On se trouverait donc d'accord avec la loi périodique en admettant que le véritable poids atomique de l'argon est 38 et que sa densité est légèrement augmentée par la présence d'une petite quantité d'un corps plus lourd; on peut remarquer que dans la huitième colonne du tableau de Mendeleeff il y a encore une lacune correspondant à un corps ayant pour poids atomique environ 82.

Tableau I

DATE DE L'EXPÉRIENCE	POIDS D'UN LITRE EN GRAMMES	DENSITE PAR RAPPORT A O = 16
(1) 26 nov. 1894..	1.7784	19.904
(2) 27 nov. 1894..	1.7713	19.825
(3) 22 déc. 1894..	1.7704	19.814
(4) 16 févr. 1895..	1.7834	19.959
(5) 19 févr. 1895..	1.7842	19.969
(6) 24 févr. 1895..	1.7810	19.932

Le rapport des deux chaleurs spécifiques a fait aussi l'objet de nouvelles expériences de la part de M. Ramsay. Les nombres obtenus sont résumés dans le tableau II (page 298).

La moyenne de ces déterminations est 1,645. Le résultat primitivement obtenu se trouve donc confirmé; mais il faut remarquer que la valeur théorique pour un gaz monoatomique est 1,666; la va-

[1] L'existence de deux spectres est facile à constater même sans spectroscope. Un tube d'argon, apporté par M. Ramsay au laboratoire de M. Cornu, à l'École Polytechnique, montrait une lueur qui passait du rouge au bleu quand on introduisait dans le circuit une résistance supplémentaire.

leur plus faible trouvée pour l'argon pourrait être attribuée à la présence d'un petit nombre de molécules diatomiques.

Si l'on se place à ce point de vue, on peut supposer que les molécules d'argon, généralement

Tableau II

DENSITÉ DE L'ARGON	LONGUEUR D'ONDE		TEMPÉRATURE		RAPPORT DES CHALEURS SPÉCIFIQUES
	dans l'air	dans l'argon	de l'air	de l'argon	
19.92	19.59	18.08	17°5	17°5	1.653
19.96	33.73	31.00	6.7	6.5	1.641
19.91	34.10	31.31	7.2	8.6	1.629
19.94	34.32	31.58	11.2	11.5	1.659

mono-atomiques, sont susceptibles de s'associer et de former un petit nombre de molécules diatomiques. On serait dans un cas analogue à celui qui se présente pour la vapeur d'iode, dont les molécules se dédoublent à mesure que la température s'élève. M. Ramsay a considéré cette hypothèse, et, pour la contrôler, il a étudié la loi de dilatation de l'argon. Il a comparé les indications d'un thermomètre à argon et d'un thermomètre à hydrogène et a obtenu les résultats suivants (tableau III) :

Tableau III

TEMPÉRATURE	PRESSION EN MM. DE MERCURE	VOLUME	$\frac{pv}{T} = R$
Thermomètre à hydrogène			
— 87°44	497.3	0.9976	2.6735
+ 13.04	763.6	1.0004	2.6705
+ 99.84	992.6	1.0028	2.6797
+130.43	1073.8	1.0036	2.6713
+185.25	1218.5	1.0052	2.6728
+248.01	1385.1	1.0070	2.6833
Thermomètre à argon (1re série)			
— 87.44	455.6	0.9976	2.4493
+ 14.15	701.7	1.0004	2.4446
+ 14.40	702.6	1.0004	2.4462
+ 14.27	699.7	1.0004	2.4366
+ 99.96	906.5	1.0028	2.4379
+100.06	904.8	1.0028	2.4322
Thermomètre à argon (2e série			
+130.39	1060.0	1.0027	2.6375
+185.25	1200.3	1.0052	2.6429
Thermomètre à argon (3e série)			
+ 12.05	760.9	1.0004	2.6698
+248.01	1384.0	1.0070	2.6750
— 87.44	495.7	0.9976	2.6613

Comme on le voit en examinant les chiffres de la dernière colonne, la quantité R est constante pour un même thermomètre avec les mêmes écarts que pour l'hydrogène; c'est-à-dire que, entre — 87° et + 240°, l'argon suit aussi exactement que l'hydrogène les lois des gaz parfaits. On doit donc écarter l'hypothèse d'une association des molécules et considérer que, si l'argon est un mélange, il est formé de deux corps différents dont l'un est mono-atomique et l'autre existe en très petite quantité.

Dans un autre ordre d'idées, M. Ramsay a cherché quel est le rôle de l'argon dans la Nature; il s'est demandé, en particulier, si ce gaz existe dans les Animaux et les Végétaux. Les essais ont porté d'une part sur des souris, d'autre part sur des petits pois.

Les animaux ou végétaux étaient d'abord desséchés, puis brûlés au moyen du chromate de plomb; on recueillait les gaz produits; ils renfermaient une quantité d'azote égale à environ 11 °/₀ du poids de substance employée. Cet azote, soumis à l'action de l'étincelle électrique en présence d'une solution alcaline, n'a pas laissé de résidu appréciable; il ne contenait donc pas d'argon.

Ne trouvant pas d'argon dans les corps organisés et ne pouvant le combiner à aucun élément[1], M. Ramsay eut l'idée de le chercher dans les minéraux susceptibles de donner des corps gazeux par leur décomposition. L'un de ces minéraux, la *clévite*, minerai d'urane découvert par Nordenskiold, donne, d'après Hillebrand, environ 2°/₀ d'azote quand on le traite par l'acide sulfurique. M. Ramsay, ayant rempli du gaz de la clévite un tube de Geissler, vit que le spectre avait un grand nombre de lignes communes avec le spectre de l'argon. L'analyse montre que ce gaz ne contient qu'une faible quantité d'azote, qui peut être éliminée par l'étincelle électrique. Le gaz restant donne comme spectre d'abord un certain nombre de lignes de l'argon, mais pas toutes; il faut peut-être voir là la démonstration de la nature complexe de l'argon retiré de l'atmosphère, mais il faut attendre les résultats d'une étude approfondie des différents spectres. En outre, le gaz de la clévite montre un certain nombre de lignes, parmi lesquelles une jaune très brillante, distincte des raies du sodium et dont la longueur d'onde correspond exactement à celle de la raie D_3 du spectre solaire. Cette raie D_3 avait été observée souvent jusqu'ici dans le spectre des protubérances, dans la région où le spectre de l'hydrogène commence à s'affaiblir notablement. On était donc porté à l'attribuer à un gaz dont la densité serait moindre que celle de l'hydrogène : l'*hélium*.

Tout semble indiquer que ce gaz vient d'être obtenu par le Professeur Ramsay et que l'un des auteurs de cette merveilleuse découverte de l'argon vient encore ajouter sur la liste des éléments un nouveau corps dont l'étude promet d'être féconde en résultats.

Georges Charpy,
Docteur ès sciences.

[1] On a vu que M. Berthelot, en faisant agir l'effluve électrique sur un mélange d'argon et de vapeurs de benzine, est parvenu à combiner ces deux corps.

ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE

DES CHAUX HYDRAULIQUES ET DES CIMENTS

EN FRANCE

Jusque dans les premières années du XIXe siècle on ne connaissait d'autres mortiers hydrauliques que les mélanges de chaux grasse et de pouzzolane; la chaux était fabriquée sans règles et aucune explication satisfaisante n'avait été donnée du durcissement des mortiers. On reconnaissait bien que certaines chaux présentaient des qualités remarquables, mais sans savoir à quoi les attribuer; on fabriquait aussi quelques ciments naturels à prise rapide, tels que ceux de Parker, en Angleterre, de Guéthary et de Boulogne en France; ces ciments étaient très irréguliers et leur emploi restait très limité.

I. — Historique

Il appartenait à Vicat de découvrir les causes de l'hydraulicité des chaux et de faire voir que tout calcaire contenant une certaine quantité de silice et d'alumine peut donner, après cuisson et extinction, un produit susceptible de durcir sous l'eau. Non seulement Vicat indiqua que l'on peut transformer en chaux hydraulique certains calcaires argileux, mais il montra que, par des mélanges en proportions déterminées de chaux grasse et d'argile, on peut obtenir les mêmes résultats qu'avec les calcaires naturels. Ces découvertes fondamentales ont véritablement donné naissance à l'industrie des chaux et des ciments, et c'est aux recherches patientes, aux observations méthodiques de l'illustre ingénieur que cette fabrication doit son rapide essor; on s'en fera une idée si l'on songe aux nombreuses usines qui produisent actuellement, en Europe seulement, plusieurs millions de tonnes de produits hydrauliques. Ainsi, l'œuvre de Vicat a été des plus fécondes, et l'on ne rappellera jamais trop souvent combien elle a contribué à la grandeur et à la prospérité de notre pays par le mouvement industriel considérable qu'elle a déterminé.

Pendant les premières années qui suivirent les découvertes de Vicat, on s'occupa presque exclusivement des chaux artificielles; mais cette fabrication ne prit pas une grande extension, et la production des chaux naturelles atteignit rapidement, au contraire, une importance beaucoup plus grande. La raison en est très simple : Vicat avait parcouru la France en tous sens et avait examiné tous les gisements propres à être exploités pour la fabrication des chaux ou des ciments. Ces indications précieuses, qui furent publiées dans les Annales des Ponts et Chaussées, ne tardèrent pas à être utilisées, et de nombreuses usines de chaux hydrauliques se fondèrent de tous côtés; la fabrication de ces chaux naturelles étant beaucoup moins coûteuse que celle de la chaux artificielle, celle-ci ne pouvait plus soutenir la lutte que dans les cas très rares où les prix de transport lui laissaient un avantage sur les produits naturels. C'est ainsi que les usines établies aux environs de Paris ont pu exister jusqu'en ces dernières années; actuellement une seule de ces usines, montée sous la direction de Vicat en 1826, continue de fabriquer des chaux hydrauliques dont les qualités sont appréciées; elle est située aux Moulineaux et appartient à MM. Deschamps et Fauh.

Les conditions de fabrication des ciments artificiels sont toutes différentes : ces ciments doivent être surcuits, et, comme ils ne sont pas soumis à une extinction après cuisson, il faut que leur composition soit très régulière pour éviter la présence de la chaux en excès; leur teneur en chaux et en argile doit être comprise entre des limites très étroites. On trouve très rarement dans la Nature des calcaires contenant précisément ces éléments en proportions convenables et se présentant en masses assez considérables pour permettre une exploitation économique. Les calcaires à chaux grasse et l'argile sont, au contraire, abondants et il est possible, dans bien des cas, de les mélanger intimement pour en faire du ciment artificiel. Ce produit présentant de nombreux avantages, notamment dans les constructions à la mer, et son prix étant resté pendant longtemps très élevé, c'est surtout de ce côté que se sont tournés les efforts des industriels, et la fabrication du ciment à prise lente, ou ciment Portland, est celle qui est actuellement la plus répandue, surtout à l'étranger. Quant aux ciments naturels à prise rapide, qui ne peuvent être produits que par des calcaires d'une composition spéciale, leur fabrication est restée limitée aux régions où l'on a pu trouver des gisements exploitables de ces calcaires.

A côté des ciments Portland et des ciments naturels se placent d'autres produits, tels que les ciments de grappiers, fabriqués avec les refus de l'extinction des chaux; leur production, qui date d'une trentaine d'années, a suivi celle des chaux hydrauliques. Les ciments de laitier ont fait leur

apparition depuis quelques années seulement et se fabriquent principalement dans la région de l'Est, à proximité des hauts fourneaux qui fournissent une partie de leurs matières premières.

II. — Théorie des chaux et ciments

Avant de parler de la fabrication et des usines qui produisent les chaux et les ciments, nous croyons devoir résumer en quelques lignes le côté théorique de cette question.

Les chaux et les ciments sont composés essentiellement (tableaux I et II) de silice, d'alumine, de peroxyde de fer et de chaux ; on y rencontre encore de petites quantités de magnésie, d'acide sulfurique, quelquefois de la potasse et de la soude, de l'acide titanique, du manganèse. Enfin, dans les produits fabriqués, on trouve de l'eau et de l'acide carbonique provenant de l'extinction pour les chaux, de l'éventement pour les ciments.

La théorie des chaux et des ciments n'est pas encore parfaitement connue, malgré les travaux scientifiques considérables qui ont été entrepris sur ce sujet. Mais s'il reste encore bien des points obscurs, du moins est-on fixé aujourd'hui sur les phénomènes principaux qui produisent le durcissement des gangues hydrauliques.

Sans indiquer nettement les réactions qui s'opèrent pendant la cuisson et au moment de la prise, Vicat avait établi d'une manière irréfutable que le durcissement des chaux hydrauliques est dû à la combinaison de la silice et de l'alumine avec la chaux, le rôle de l'alumine étant toutefois secondaire.

Jusqu'en ces dernières années on en était resté au même point ; bien des hypothèses avaient été émises, les théories les plus diverses s'étaient succédé sans apporter aucune solution sérieuse. Les recherches de M. H. Le Chatelier ont permis d'arriver enfin à des connaissances exactes sur la constitution des produits hydrauliques. L'importance des travaux de ce savant a été considérable, parce qu'ils ont fourni au chimiste et à l'industriel des bases scientifiques indiscutables pour poursuivre de nouvelles études ou pour donner à la fabrication des règles précises. Voici, résumées très brièvement, les données principales établies par M. H. Le Chatelier :

L'élément constitutif essentiel des chaux est le silicate de chaux $SiO^2, 3CaO$; il se forme sous l'influence d'une température élevée par la réaction de la silice, quand celle-ci est à un état extrême de division, sur la chaux ; il reste une certaine quantité de chaux non combinée qui servira plus tard à déterminer la réduction de la masse en poudre par son extinction.

Dans les ciments Portland il existe, en outre du silicate de chaux, de l'aluminate de chaux et un silico-aluminate de chaux qui sert de fondant pour faciliter la combinaison de la silice avec la chaux.

Les ciments à prise rapide contiennent une plus grande quantité d'aluminate de chaux ; ils renferment aussi du ferrite de chaux.

Quand les produits hydrauliques en poudre fine sont mis au contact de l'eau, les réactions suivantes prennent naissance : l'aluminate de chaux s'hydrate rapidement et cristallise :

$$Al^2O^3, 3CaO + Aq = Al^2O^3, 3CaO, 12H^2O.$$

Le silicate de chaux se dédouble en chaux, qui se transforme en hydrate, et en silicate monocalcique :

$$SiO^2, 3CaO + Aq = SiO^2, CaO, 2{,}5H^2O + 2CaO, H^2O.$$

TABLEAU I. — **Composition chimique des principales chaux hydrauliques**

DÉSIGNATION DES CHAUX	SILICE	ALUMINE	OXYDE DE FER	CHAUX	MAGNÉSIE	ACIDE SULFUR.	PERTE AU FEU	NON DOSÉ ET PERTES	TOTAL
Chaux du Teil (Pavin de Lafarge)	23.60	1.40	0.80	64.70	1.40	0.50	7.60	»	100.00
Contes les Pins	22.85	4.30	1.35	60.40	0.50	0.60	9.85	0.15	100.00
Saint-Astier	21.85	1.35	2.85	62.25	1.05	0.50	10.15	»	100.00
Sauveterre (Gipoulon)	15.10	5.09	1.80	57.00	3.90	1.40	15.80	»	100.00
Marius Nivet	14.05	5.94	2.31	61.28	1.05	»	15.25	0.32	100.00
Echoisy	11.70	4.60	2.30	59.20	1.40	»	20.80	»	100.00
Pavers (Hugnet)	28.15	2.75	1.10	59.55	0.80	0.40	6.80	0.45	100.00
Senoches	21.60	1.60	1.30	61.10	1.70	»	12.70	»	100.00
Laigle	19.50	2.05	1.30	63.25	0.65	»	13.25	»	100.00
Beffes	16.30	5.41	2.09	58.90	1.45	0.90	14.90	0.35	100.00
Société des chaux de l'Aube. — Scilley	18.90	6.23	1.87	58.75	1.29	0.54	12.10	0.32	100.00
Société des chaux de l'Aube. — Saint-Bernard	17.80	5.51	1.39	60.10	0.50	0.65	13.88	0.17	100.00
Société des chaux de l'Aube. — Ancy-le-Franc	20.50	4.70	1.30	61.00	1.00	0.50	10.80	0.20	100.00
Xeuilley	15.40	7.72	2.78	54.30	1.18	0.93	18.03	»	100.00
Vitry-le-François (Vve Roze-Robert)	14.70	6.10	2.30	62.65	0.73	0.53	12.60	0.29	100.00
Virieu-le-Grand. — Chaux légère	22.40	5.75	2.70	56.10	1.50	1.00	10.55	»	100.00
Virieu-le-Grand. — Chaux lourde	26.65	6.50	2.85	51.80	1.40	1.30	9.50	»	100.00
Chaux artificielle des Moulineaux	21.85	5.00	3.15	57.80	0.55	0.75	10.90	»	100.00

La prise proprement dite est produite par l'hydratation rapide de l'aluminate de chaux; les ciments à prise prompte, riches en aluminate, doivent à ce sel leurs propriétés spéciales. Le silicate de chaux se combine plus lentement avec l'eau; c'est à la cristallisation du silicate monocalcique que l'on peut attribuer surtout le durcissement lent et progressif des mortiers. Le rôle de l'aluminate de chaux est nul dans les chaux hydrauliques, puisque, s'il existe, il est détruit par l'extinction [1].

favorables pour produire une masse de plus en plus dure et résistante.

La prise des mortiers est souvent accompagnée de réactions plus complexes que celles dont nous venons de donner un aperçu très sommaire : le sulfate de chaux, les sels contenus dans l'eau de gâchage, les matières qui se trouvent mélangées aux agglomérants, soit accidentellement, soit par suite de défauts de fabrication, peuvent intervenir ; tantôt ils modifient simplement la prise et ils peuvent avoir une influence utile, et concourir

TABLEAU II. — **Composition chimique des principaux ciments artificiels et naturels**

DÉSIGNATION DES CIMENTS	SILICE	ALUMINE	OXYDE DE FER	CHAUX	MAGNÉSIE	ACIDE SULFUR.	PERTE AU FEU	TOTAL
Portland								
Boulogne	22.20	7.00	2.50	64.62	1.04	0.75	1.95	100.06
Frangey (Quillot frères)	21.61	7.53	3.17	63.70	1.22	0.61	2.16	100.00
Vicat	22.35	7.95	3.75	61.25	1.90	1.70	1.10	100.00
Ciments naturels								
Vassy	20.50	8.40	5.70	52.05	0.95	2.80	9.60	100.00
	23.40	12.90	3.36	47.70	1.05	3.30	8.35	100.00
	23.85	9.75	5.00	50.40	1.00	3.60	6.40	100.00
Porte de France — Prompt	21.30	9.50	4.00	55.90	4.00	3.20	2.10	100.00
Porte de France — Portland naturel	20.25	11.90	4.35	55.85	4.15	2.95	0.55	100.00
Voreppe — Prompt	24.25	13.80	4.35	54.35	0.75	2.50	»	100.00
Voreppe — Portland naturel	22.95	11.35	3.85	58.85	1.30	1.70	»	100.00
Valbonnais, très lent	25.50	11.90	4.40	55.70	0.50	2.00	»	100.00
Vicat — Uriage, demi-lent	28.05	10.20	5.10	47.30	1.95	2.20	5.20	100.00
Vicat — Grande-Chartreuse, lent	23.35	9.30	4.25	54.55	3.15	3.70	1.50	100.00
Marseille — Valentine	29.10	12.50	4.65	48.60	1.70	1.90	1.55	100.00
Marseille — Roquefort	28.05	11.05	4.15	48.05	1.40	1.65	5.35	100.00
Ciments de grappier								
Virieu-le-Grand (Jurron et Cie)	26.35	7.35	3.50	52.80	1.90	1.30	1.80	100.00
Pavin de Lafarge. Le Teil	28.20	1.70	1.30	60.80	1.70	0.30	6.00	100.00
Seilley	22.30	9.95	3.15	53.70	1.00	»	9.90	100.00
Saint-Bernard	23.35	10.10	3.20	52.45	0.80	0.75	9.35	100.00
Ciments de laitier								
Donjeux	24.10	13.95	1.10	51.40	1.95	0.45	7.05	100.00
Saulnes	22.45	13.95	3.30	51.10	1.35	0.35	7.50	100.00

Il ne suffisait pas de faire connaître les combinaisons des éléments constitutifs des ciments et des chaux pour donner une explication complète et satisfaisante de la solidification des gangues hydrauliques; il fallait faire voir le mécanisme même des cristallisations des sels formés en présence de l'eau. M. H. Le Chatelier y est parvenu très heureusement en démontrant que la prise et le durcissement sont dus à des phénomènes de sursaturation; c'est en se déposant de solutions sursaturées que l'aluminate et le silicate de chaux peuvent cristalliser en longues aiguilles qui s'enchevêtrent et se trouvent ainsi dans les conditions les plus

même à la résistance; tantôt leur rôle est nuisible et il est quelquefois assez important pour déterminer la destruction des mortiers. Il en est de même des conditions dans lesquelles se trouvent conservées les gangues; l'étude des actions physiques et chimiques auxquelles elles sont soumises et des transformations qu'elles subissent offre un champ de recherches très étendu et présente un intérêt de premier ordre.

La fabrication des chaux et des ciments est basée sur la composition chimique et la constitution physique des matières qu'elle met en œuvre. La proportion relative des éléments qui composent ces matières a une importance capitale; c'est ainsi que Vicat avait été amené à classer les chaux d'après leur indice d'hydraulicité, c'est-à-dire d'après le rapport de la silice, de l'alumine et de l'oxyde de fer d'une part, à la chaux d'autre part. D'après cette classification, les chaux faiblement hydrau-

[1] L'aluminate de chaux paraît cependant avoir une action assez sensible dans certaines chaux qui renferment 5 à 6 % d'alumine; à indice d'hydraulicité égal, ces chaux prennent beaucoup plus vite que les chaux siliceuses. L'aluminate de chaux peut, d'ailleurs, subsister après l'extinction ou bien être, pour ainsi dire, régénéré par la chaleur souvent considérable maintenue dans les tas d'effusement.

liques ont un indice compris entre 0,10 et 0,16; entre 0,16 et 0,31 on a les chaux moyennement hydrauliques; les chaux hydrauliques proprement dites ont un indice variant de 0,31 à 0,42; l'indice des chaux éminemment hydrauliques est de 0,42 à 0,50; au-dessus de 0,50 on a des ciments à prise lente et à prise rapide.

Cette classification n'est certainement pas très précise; on l'utilise cependant encore aujourd'hui, mais pour les chaux seulement; celles-ci toutefois se classent surtout d'après le temps qu'elles mettent à faire prise sous l'eau.

Les recherches de M. H. Le Chatelier lui ont permis de formuler des règles plus rigoureuses, surtout pour les ciments. Dans les chaux hydrauliques il faut un excès de chaux pour produire l'extinction, mais il ne doit pas être trop élevé. Dans les ciments à prise lente, qui sont surcuits et qui ne sont pas modifiés par l'extinction, la composition peut être précisée très exactement.

La limite supérieure de la teneur en chaux est donnée par la formule suivante :

$$\frac{CaO, MgO}{SiO^2 + Al^2O^3} \leqq 3.$$

C'est-à-dire que la chaux, et la magnésie qui existe toujours en faible quantité dans les ciments, doivent être saturées complètement par la silice et l'alumine.

Si l'on diminue la quantité de chaux au delà d'une certaine proportion, la silice est en excès et il se forme du silicate dicalcique qui se pulvérise spontanément après la cuisson, et donne un ciment de qualité très médiocre; il faut donc éviter la formation de ce silicate, et la quantité de chaux devra être suffisante pour que, le silico-aluminate étant formé, il en reste assez pour que le silicate tricalcique puisse se produire. On a ainsi la formule qui donne la limite inférieure de la teneur en chaux :

$$\frac{SiO^2 - (Al^2O^3, Fe^2O^3)}{CaO, MgO} \geqq 2.$$

Les ciments à prise rapide contiennent moins de chaux que les ciments Portland, mais leur cuisson est poussée beaucoup moins loin et ils renferment une assez grande quantité d'alumine. Il n'y a pas de règle absolue indiquant quelle est la meilleure composition à rechercher pour ces ciments. Les calcaires naturels employés pour la fabrication de ces produits peuvent être de composition assez variable, tout en donnant des résultats satisfaisants. La valeur du ciment est donc liée essentiellement à celle du gisement exploité, et le fabricant ne peut que s'efforcer d'utiliser seulement les bancs que l'expérience indique comme supérieurs aux autres.

La fabrication des chaux et des ciments peut se diviser en trois grandes classes : fabrication des chaux hydrauliques, des ciments naturels et des ciments artificiels; nous passerons en revue successivement chacune d'elles en indiquant les principaux centres de production et en décrivant quelques-unes des installations les plus intéressantes.

III. — Fabrication des chaux hydrauliques

Les chaux qui résultent d'un mélange fait à l'usine sont dites *artificielles;* les autres, qualifiées de *naturelles*, proviennent d'un mélange naturel de calcaire et d'argile.

§ 1. — Chaux hydrauliques artificielles.

Comme nous l'avons dit plus haut, la seule usine qui fabrique encore de la chaux artificielle est située aux Moulineaux, près de Paris; créée en 1826 par MM. Brillant et de Saint-Léger, elle commença à fonctionner sous le contrôle de Vicat, et les procédés employés alors sont restés à peu près les mêmes aujourd'hui. La craie, extraite en galeries, est mélangée avec de l'argile dans des malaxeurs verticaux; le mélange sort de l'appareil en pâte ferme, qui est découpée en pains et séchée sur les fours dans lesquels la cuisson s'opère ensuite à la manière ordinaire. A la sortie des fours, les morceaux cuits sont arrosés largement et mis en tas; l'extinction s'opère pendant 10 à 15 jours; après quoi la chaux est blutée; les parties les plus cuites résistent à l'extinction et restent en morceaux, que l'on broie à l'aide de meules horizontales; on obtient ainsi du ciment à prise lente.

L'usine, dirigée actuellement par M. Fauh, possède dix fours, et la production est de 15 à 20.000 tonnes par an environ.

§ 2. — Chaux hydrauliques naturelles.

Les usines qui fabriquent de la chaux hydraulique sont très nombreuses en France; on peut affirmer que, dans aucun autre pays, la production de la chaux n'est aussi considérable. L'énumération de toutes les usines serait beaucoup trop longue et ne présenterait pas d'intérêt. Nous nous bornerons à celles qui ont une certaine importance.

1. *Région du Midi.* — Le département qui vient en première ligne est celui de l'Ardèche, dans lequel on produit presque autant de chaux que dans le reste de la France, grâce aux usines du Teil, dont la production dépasse 300.000 tonnes par an.

La chaux de la Société Pavin de Lafarge, du Teil, est trop connue pour que nous ayons à insister sur ses qualités; il nous suffira de dire qu'elle est employée dans toutes les parties du monde.

Fondée en 1830, l'usine de Lafarge au Teil prit un rapide essor, et sa prospérité n'a fait que s'ac-

croître par suite de l'absorption d'établissements concurrents existant dans les environs.

La réputation si méritée de la chaux du Teil est due, non seulement à une direction éclairée et aux soins constants qui entourent la fabrication, mais aussi aux gisements exploités, qui sont très remarquables comme puissance et homogénéité.

L'extraction se fait à ciel ouvert et le front de taille présente un développement de 7 à 800 mètres de longueur sur 100 mètres de hauteur; le calcaire fait partie des marnes néocomiennes et se présente en bancs de très grande puissance variant de 20 à 40 mètres d'épaisseur. Pendant longtemps on a exploité la carrière en détachant de grosses masses à l'aide de mines très fortes: celles-ci ont atteint jusqu'à 10.000 kilos; on débitait ensuite les gros blocs avec des mines à acide. On préfère maintenant employer uniquement des mines de moindre importance.

Les usines du Teil pouvant être considérées comme le type le plus parfait des fabriques de chaux hydrauliques, nous les décrirons plus spécialement; cette fabrication est, d'ailleurs, très simple.

Les pierres à chaux, une fois cassées en morceaux aussi réguliers que possible, sont portées aux fours; ceux-ci ont une forme ovoïde (fig. 1); les anciens fours avaient 12 mètres de hauteur, les nouveaux, dont la figure 2 représente l'extérieur, en ont 18.

Le chargement se fait par couches alternatives de calcaire et de charbon; la cuisson est continue, et, à mesure que l'on met de nouvelles charges de calcaire, on extrait, à la partie inférieure, de la chaux cuite. La chaux est reçue directement dans des wagonets ou des tombereaux, et elle est portée aux chambres d'extinction. Étalée d'abord sur une plate-forme, où elle est arrosée avec une quantité d'eau déterminée, elle est mise immédiatement en tas sur 2 mètres environ de hauteur dans de grands hangars soigneusement clos. (Fig. 3.)

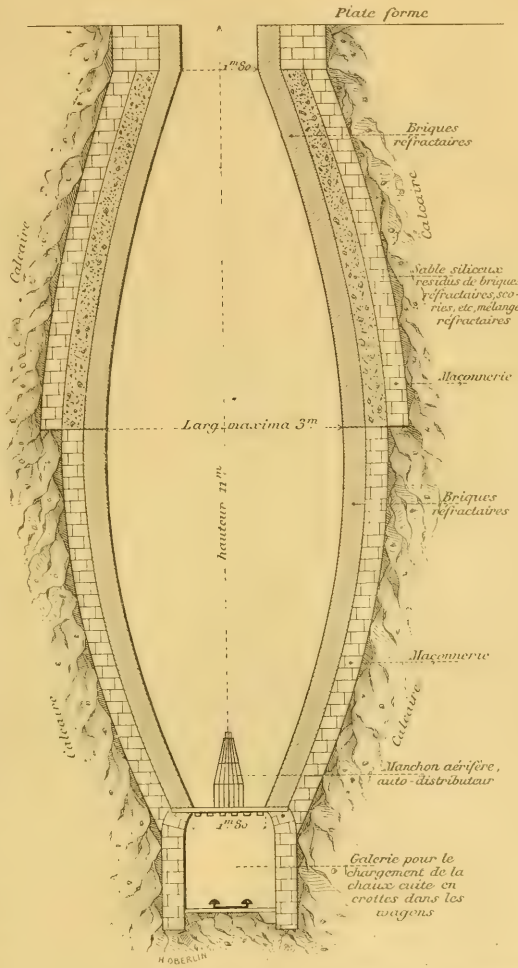


Fig. 1. — *Coupe verticale schématique d'un four pour la cuisson des chaux hydrauliques.*

Il est, en effet, très important d'éviter que la chaux se refroidisse pendant l'extinction: la chaleur favorise l'hydratation de la chaux et sa réduction en poudre. Après un temps qui varie de 8 à 15 jours, la chaux est considérée comme suffisamment éteinte, et elle est prête à être blutée. On la fait passer d'abord à travers une grille dont les ouvertures ont 0 m. 06 de côté, puis dans des bluteries garnies de toiles métalliques du numéro 40. Les morceaux qui restent sur la grille sont des incuits et des surcuits; les premiers sont renvoyés aux fours; les seconds sont, après avoir été concassés et broyés, mélangés au ciment de grappier. Le refus des bluteries est composé de grappiers proprement dits, entourés de chaux en poudre et de parties éteintes, mais qui sont restées agglomérées; on fait passer le tout entre des meules horizontales écartées de 10 à 14 millimètres; il

s'opère une sorte de décortication qui laisse intacte les grappiers et réduit en poudre fine les parties tendres. Après blutage, on a une chaux lourde, qui est mélangée avec les produits du premier blutage. Les grappiers, qui étaient autrefois rejetés, sont utilisés maintenant à la fabrication d'un ciment à prise lente ou ciment de grappiers. A la condition d'être contrôlé très soigneusement, ce produit possède des qualités qui lui permettent de rivaliser avec les ciments Portland. Le ciment de grappiers est toujours conservé longtemps en silos avant d'être expédié.

le même mode de cuisson est employé partout. Pour le broyage des grappiers, on se sert, au Teil, de broyeurs spéciaux, dits broyeurs Lubac; dans d'autres usines on utilise les meules ou les broyeurs à boulets, système Morel.

La chaux du Teil est essentiellement siliceuse; bien que, d'après son indice d'hydraulicité, qui est de 0,39, elle ne rentre que dans la catégorie des chaux hydrauliques proprement dites, elle peut être considérée comme chaux éminemment hydraulique : sa prise s'effectue en 24 heures et elle pèse, au mètre cube, 800 kilos.

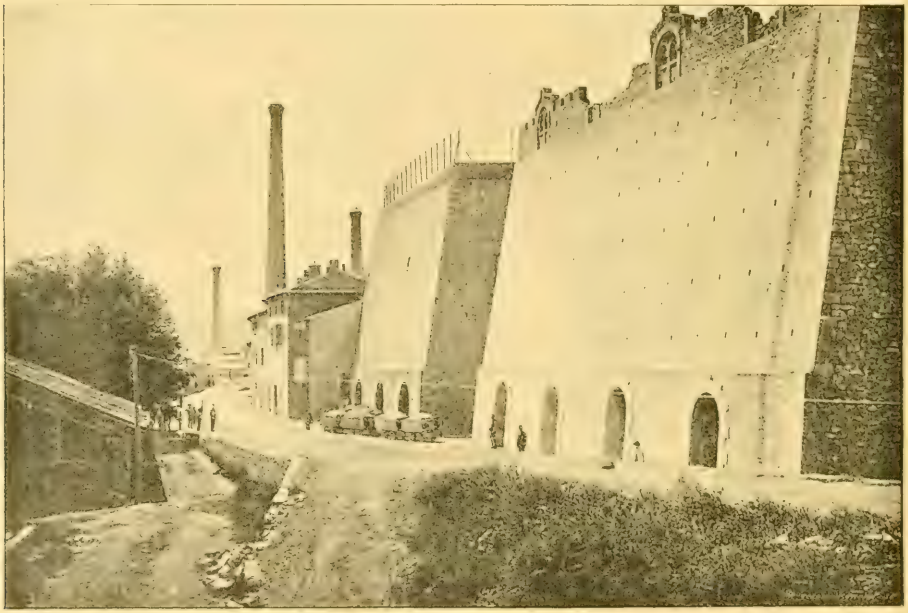


Fig. 2. — *Usines de la Société J. et A. Pavin de Lafarge, au Teil (Ardèche).* — Massifs des grands fours à chaux de 18 mètres de hauteur. Des wagonets chargés de chaux cuite sortant des fours se dirigent vers les chambres d'extinction.

Telles sont, en général, les principales opérations que l'on rencontre, avec quelques variantes, dans toutes les usines de chaux. Les principales différences viennent de la forme des fours, du traitement des grappiers, de l'extinction; dans beaucoup d'usines on mélange à la chaux les grappiers qui ont été éteints et réduits en poudre; on augmente ainsi la résistance du produit; c'est ce que l'on appelle réincorporer les grappiers. Enfin, nous verrons plus loin que l'on fabrique quelquefois, avec les mêmes produits des fours, en les séparant simplement par des blutages, de la chaux légère, de la chaux lourde et du ciment.

Les dimensions des fours varient beaucoup, mais

La Société Pavin de Lafarge possède plusieurs usines au Teil et à Cruas; dans ces usines réunies on compte 100 fours.

Le nombre des ouvriers est de 1.800 et, comme nous l'avons dit plus haut, la production dépasse 300.000 tonnes par an.

Dans le même département, on peut citer encore, comme usine importante, celle de MM. Valette, Viallard, à Cruas, qui fabrique environ 20 à 25.000 tonnes par an et emploie des procédés analogues à ceux du Teil.

Après les usines du Teil, la plus importante de la région du Midi pour la fabrication de la chaux hydraulique est celle de Contes-les-Pins, à peu de

Fig. 3. — *Usines de la Société J. et A. Pavin de Lafarge, au Teil (Ardèche).* — Quai d'embarquement des chaux ; à droite chambres d'extinction et halles d'ensachage et de chargement.

distance de Nice (figure 4); elle a été créée en 1867. La carrière a 150 mètres de longueur sur 40 mètres de hauteur; le calcaire appartient au terrain crétacé. Les fours sont au nombre de 12: ils ont 10 mètres de hauteur. L'extinction et le blutage se font comme au Teil, les grappiers sont broyés à part et vendus comme ciment. L'indice d'hydraulicité de la chaux de Contes-les-Pins est assez élevé : il varie de 0,42 à 0,50; c'est donc une chaux éminemment hydraulique. La production annuelle est de 25.000 tonnes [1].

A Marseille quelques usines produisent de la chaux hydraulique; mais elles fabriquent principalement des ciments naturels, sur lesquels nous aurons occasion de revenir.

2. *Région du Sud-Ouest.* — Dans le Sud-Ouest nous trouvons d'assez nombreuses usines : dans le Lot-et-Garonne, à Sauveterre-la-Lémance, à Libos, à Castelfranc; dans le Lot, à Cahors. Ces usines produisent aussi des ciments naturels et nous en parlerons à propos de ces ciments. A Sauveterre, l'épaisseur du gisement de pierres à chaux atteint 36 mètres; l'indice d'hydraulicité des calcaires varie de 0,05 à 0,38. La chaux contient un peu de magnésie, mais elle est, malgré cela, très estimée dans la région.

Les usines de Saint-Astier (Dordogne) ont pris depuis quelques années une assez grande extension. La première usine de cette région a été créée, en 1853, par M. Mounet, au village de Laborie; elle appartient aujourd'hui à M. Lestiboudois et sa production est de 6.000 tonnes par an.

La Société générale des Chaux de Saint-Astier date de 1873 et produit annuellement 7.500 tonnes.

M. Mallet a établi en 1876 une usine à La Massoulie et, un peu plus tard, une autre usine à Puyonem; elles sont devenues la propriété de la Société Dordognaise, qui fabrique environ 7.000 à 8.000 tonnes.

Une autre usine, construite par M. Malleboy, à Saint-Astier même, produit 4 à 5.000 tonnes par an.

Enfin, l'année dernière, M. Eymery, qui exploitait déjà une usine depuis 1883, a fait construire, à Saint-Astier, une usine qui est actuellement la plus importante de la région : elle possède 10 fours et sa production est de 10.000 tonnes par an.

Les carrières exploitées à ciel ouvert ont une hauteur variant de 15 à 35 mètres; celle de M. Eymery a une longueur de 200 mètres sur une hauteur moyenne de 30 à 35 mètres.

3. *Région de l'Ouest.* — Dans les départements de l'Ouest les seules usines intéressantes sont celles de Marans (Vendée) ; elles sont au nombre de quatre; la principale est exploitée par M. Nivet. Les calcaires utilisés pour la fabrication de la chaux appartiennent au terrain oxfordien ; ils sont extraits à ciel ouvert et se présentent par couches de 2 à 3 mètres d'épaisseur sur une hauteur de 6 à 8 mètres; le découvert atteint 4 mètres environ.

L'usine Nivet possède 13 fours produisant 60 à 70 mètres cubes de chaux par 24 heures; on prévoit un agrandissement de l'usine qui porterait le nombre des fours à 45.

L'extinction se fait très soigneusement et dure 15 à 30 jours ; les grappiers ne sont pas utilisés. La densité de la chaux est peu élevée, le poids du litre est de 0 k. 500 environ ; malgré cela, elle donne des résistances satisfaisantes, qui atteignent, en pâte pure, près de 4 kilos par centimètre carré après un mois, et 13 à 14 kilos après un an.

M. Nivet a imaginé un appareil très ingénieux pour l'essai des chaux et des ciments, qui permet de faire, sur la même éprouvette, des essais à la

Fig. 4. — *Fabrique de Chaux hydraulique de Contes-les-Pins, près Nice (Alpes-Maritimes).*

[1] Cette usine a commencé à fabriquer du ciment Portland artificiel: elle mélange, par voie sèche et par voie humide, les calcaires trop riches en argile de la carrière avec des craies presque pures que l'on trouve dans les environs.

traction, à la compression, à la flexion et au cisaillement.

A Echoisy (Charente), six usines exploitent des calcaires analogues à ceux de Marans ; l'indice d'hydraulicité de ces chaux est de 0,28 seulement ; la production de ces usines est peu importante.

4. *Région du Centre.* — L'usine la plus ancienne et la plus renommée dans cette région est celle de Paviers (Indre-et-Loire). Sa construction remonte à l'année 1844 ; elle est exploitée actuellement par M. Huguet. L'extraction du calcaire se fait en galeries auxquelles on accède par un puits de 18 mètres de profondeur : on exploite trois couches de 1 mètre à 1 mètre 50 d'épaisseur ; elles sont très homogènes. Les fours sont au nombre de 12 ; la chaux est éteinte et blutée par les moyens ordinaires ; les grappiers sont réincorporés. La chaux est lourde, elle pèse 0 kil. 800 au litre ; sa teneur en silice est très élevée : elle atteint jusqu'à 28 %. L'usine Huguet produit annuellement environ 20.000 tonnes de chaux.

Il existe dans les environs, à Trogues, d'autres usines, mais d'importance beaucoup moindre.

Dans le Cher, on trouve à Beffes de grandes exploitations de chaux hydraulique ; ces usines sont relativement récentes, les plus anciennes sont celles de MM. Picardeau et Daumy. Actuellement, la fabrique dont la production est la plus élevée est celle de la Société des Chaux de Beffes, qui livre à la consommation environ 30.000 à 40.000 tonnes de chaux par an. Puis viennent les usines de MM. Polliet, Baillot et Villevielle, de M. Langlois et plusieurs autres de moindre importance.

Les procédés employés dans ces usines ne présentent rien de particulier ; l'extraction se fait à ciel ouvert ; les bancs sont assez nombreux et leur composition est variable ; l'indice d'hydraulicité est généralement plus élevé dans les couches inférieures.

Les grappiers provenant du blutage sont broyés séparément et sont vendus comme ciment.

Les usines de Beffes trouvent leur principal débouché à Paris, où elles expédient chaque année des quantités de plus en plus considérables ; la chaux arrive à Paris par eau, et le prix de transport est très réduit.

La chaux de Senonches (Eure-et-Loir) est l'une des plus anciennes de France ; bien avant que l'on connût les propriétés des chaux hydrauliques, elle était estimée et on l'employait presque exclusivement dans tous les grands travaux de Paris et des environs. Comme à Paviers, le calcaire s'extrait en galeries auxquelles on accède par des puits de 30 mètres de profondeur ; on exploite trois bancs de 0,50 à 1 mètre d'épaisseur.

La composition de la chaux de Senonches est à peu près la même que celle de la chaux du Teil : son indice d'hydraulicité atteint 0,40 ; elle peut donc être classée parmi les chaux éminemment hydrauliques. Toutefois depuis quelques années, la qualité de cette chaux paraît se modifier et sa réputation n'est plus aussi grande qu'autrefois.

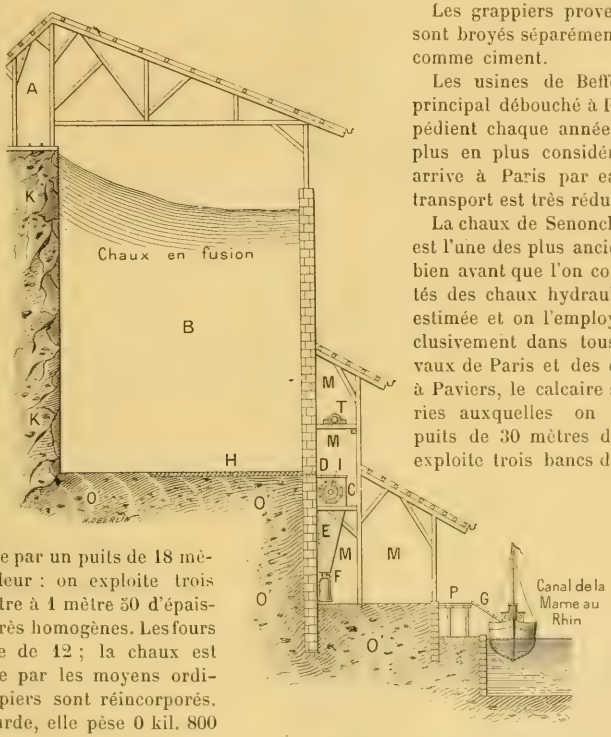


Fig. 5. — *Schéma de la disposition adoptée à l'usine de Louvières (Vitry-le-François) pour assurer la succession continue des opérations depuis l'extinction de la chaux jusqu'au chargement du produit fabriqué.* — En A circulent les wagonets apportant la chaux cuite et arrosée. La matière est déversée dans la grande chambre d'extinction B, où elle séjourne quelque temps. Au bas de cette chambre une hélice H amène la chaux, au travers de la trémie D, dans le blutoir I. La chaux blutée tombe dans une trémie E, et de là dans l'empochoir F qui sert à l'ensacher. Les sacs sont transportés par le pont P G dans le bateau. — M, M, M, magasins ; C, chemin de service ; K, K, calcaire ; O', O', O', argile.

A Laigle (Orne), on trouve quelques fours à chaux ; les calcaires sont de même nature et s'exploitent de la même façon qu'à Senonches, mais l'indice d'hydraulicité de la chaux est moins élevé.

5. *Région de l'Est.* — L'usine de Louvières (fig. 5), près Vitry-le-François, a été créée en 1874. Mme Vve Roze-Robert exploite cette usine, qui est

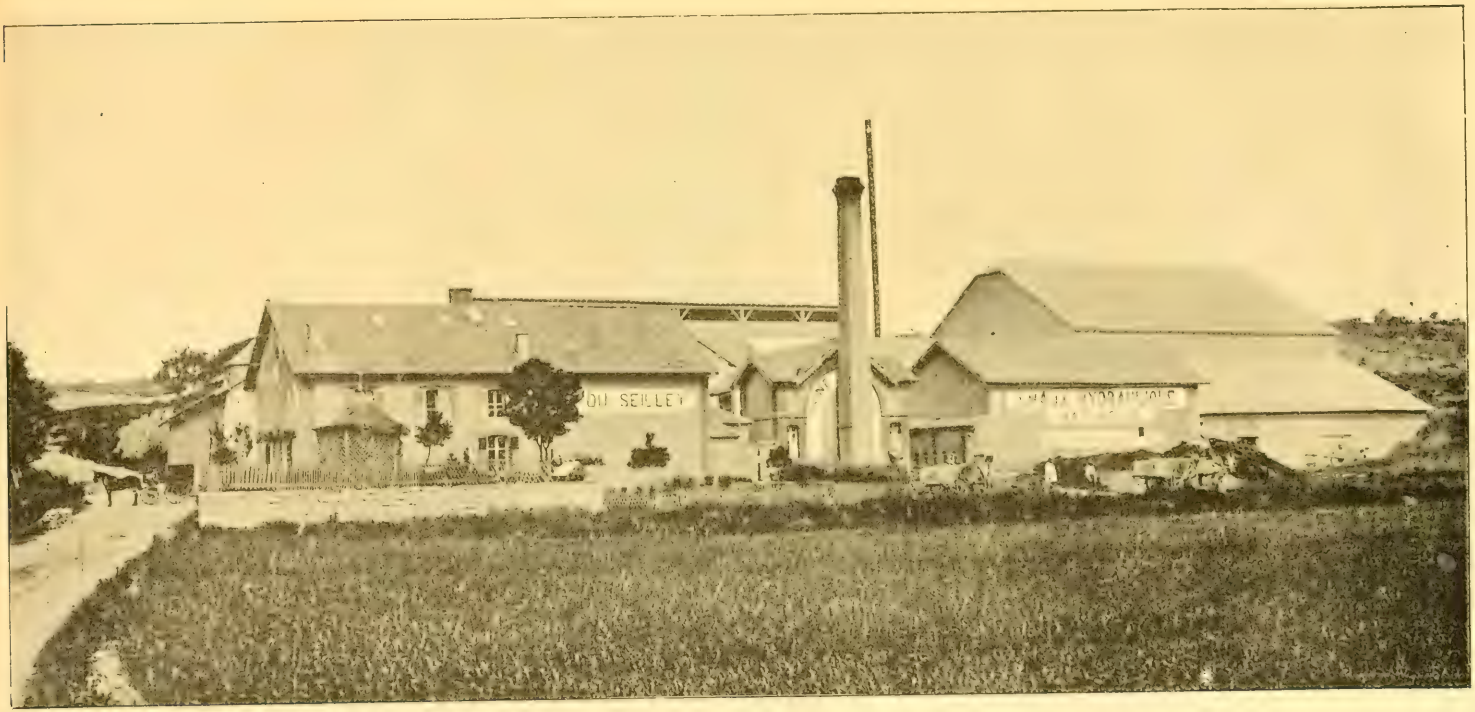


Fig. 6. — Société des Chaux de l'Aube. — Usine du Seilley, à Villessous-la-Ferte (Aube).

actuellement une des plus importantes de la région.

Les calcaires appartiennent au terrain crétacé supérieur ; les bancs exploités s'étendent sur une longueur de 500 mètres et ont, en totalité, 30 mètres d'épaisseur.

Les fours, au nombre de 8, ont 11 mètres de hauteur ; l'extinction est très soignée ; les grappiers sont réincorporés à la chaux.

La production de l'usine dépasse 26.000 tonnes par an. La chaux de Louvières a un indice d'hydraulicité de 0,33 à 0,35 ; elle est caractérisée par une proportion d'alumine assez élevée, environ 6 à 7 °/₀, et se rapproche ainsi beaucoup de la composition des chaux de Tournai. La prise de cette chaux est assez rapide.

A Vitry-le-François même, la Société Pavin de Lafarge a établi une usine où elle fabrique du ciment de laitier et de la chaux hydraulique analogue à celle de Louvières.

La Société des Chaux de l'Aube, dont le siège social est à Troyes, exploite plusieurs usines à Ville-sous-la-Ferté et Mussy-sur-Seine (Aube), à Côtes-d'Alun (Haute-Marne), et à Ancy-le-Franc (Yonne).

L'usine la plus importante est celle du Seilley à Ville-sous-la-Ferté (fig. 6). Les calcaires appartiennent à l'étage oxfordien ; le front d'abatage de la carrière a 30 mètres de hauteur sur 100 mètres de large ; les bancs sont très nombreux ; leur épaisseur varie de $0^{m},20$ à $0^{m},70$.

Les fours sont au nombre de treize. L'extinction dure 10 à 15 jours ; les grappiers sont réincorporés à la chaux ; seuls, les grappiers ayant résisté à deux extinctions successives sont broyés à part et vendus comme ciment.

Comme la chaux de Vitry, celle du Seilley contient une assez forte proportion d'alumine ; son indice d'hydraulicité est de 0,41.

La production annuelle de cette usine est de 10.000 tonnes.

L'usine de Saint-Bernard à Clairvaux est à peu près de même importance que celle du Seilley ; elle possède quinze fours (fig. 9).

A Mussy-sur-Seine se trouve l'usine de la Gravière, qui possède dix-huit fours et produit environ 8.000 tonnes par an (fig. 7).

A Côtes-d'Alun, il n'existe que quatre fours produisant 3.000 tonnes (fig. 8).

L'usine d'Ancy-le-Franc (Yonne) est de création plus récente.

La carrière, ouverte dans le terrain oxfordien, a une hauteur de 50 mètres sur 70 mètres de longueur. Les bancs sont au nombre de douze ; ceux du haut sont seuls exploités ; ils ont une épaisseur de 20 mètres.

Les fours ont 9 mètres de hauteur et cubent 45 mètres. L'extinction est faite à la manière ordinaire ; les grappiers sont réincorporés entièrement à la chaux.

Cette chaux est un peu moins alumineuse que celles de Ville-sous-la-Ferté ; son indice d'hydraulicité est de 0,41, sa densité apparente est de $0^{k},650$.

La production annuelle de l'usine est de 5.000 tonnes. En raison de sa situation avantageuse sur le canal de Bourgogne, et à proximité du chemin de fer, cette usine est appelée à se développer rapidement.

A Xeuilley (Meurthe-et-Moselle) se trouve une usine importante de chaux hydraulique ; les carrières, ouvertes au sommet d'une colline, sont situées au-dessus du gueulard des fours ; ceux-ci sont au nombre de vingt-six. L'extinction se fait dans de grandes chambres ; les grappiers sont réduits en poudre très fine à l'aide du broyeur Morel, et ils sont réincorporés entièrement à la chaux.

La chaux de Xeuilley se rapproche des chaux de l'Aube et de la Haute-Marne par sa composition ; elle renferme une assez forte proportion d'alumine ; elle est classée parmi les chaux éminemment hydrauliques, bien que son indice d'hydraulicité soit seulement de 0,35 à 0,37. La production est de 15.000 tonnes environ par an.

6. *Région du Sud-Est.* — Dans le département de l'Ain, plusieurs usines fabriquent de la chaux hydraulique ; la plus importante est celle de MM. Jurron et Cie, à Virieu-le-Grand.

Les calcaires, appartenant à l'étage oxfordien, sont extraits à ciel ouvert sur une hauteur de 35 à 45 mètres. La composition des bancs est assez irrégulière : elle varie de 18 à 25 °/₀ d'argile ; aussi produit-on des chaux de diverses natures et aussi des ciments à prise lente et à prise rapide.

La fabrication diffère un peu de celle des autres usines. A la sortie des fours, après avoir retiré les incuits, on arrose la masse et on la relève en tas ; après 6 à 7 jours, on blute, et on a ainsi la chaux légère ; il reste une grande quantité de morceaux non éteints qui sont plus ou moins vitrifiés ; on les fait passer dans des meules, auxquelles on laisse un écartement de 10 à 15 millimètres. Les parties tendres sont seules réduites en poudre ; on les passe aux blutoirs et on obtient la chaux lourde ; enfin, les parties les plus dures rejetées par les blutoirs sont pulvérisées finement et constituent le ciment à prise lente. C'est, comme on le voit, le traitement des grappiers comme au Teil ; l'usine de Virieu a été la première, il y a trente-cinq ans environ, à pratiquer ainsi l'utilisation des grappiers.

Fig. 7. — *Société des Chaux de l'Aube. — Usine de la Gravière à Mussy-sur-Seine.* — Près de la cheminée, se voit la disposition extérieure des bâtiments affectés à l'extinction et à la bluterie.

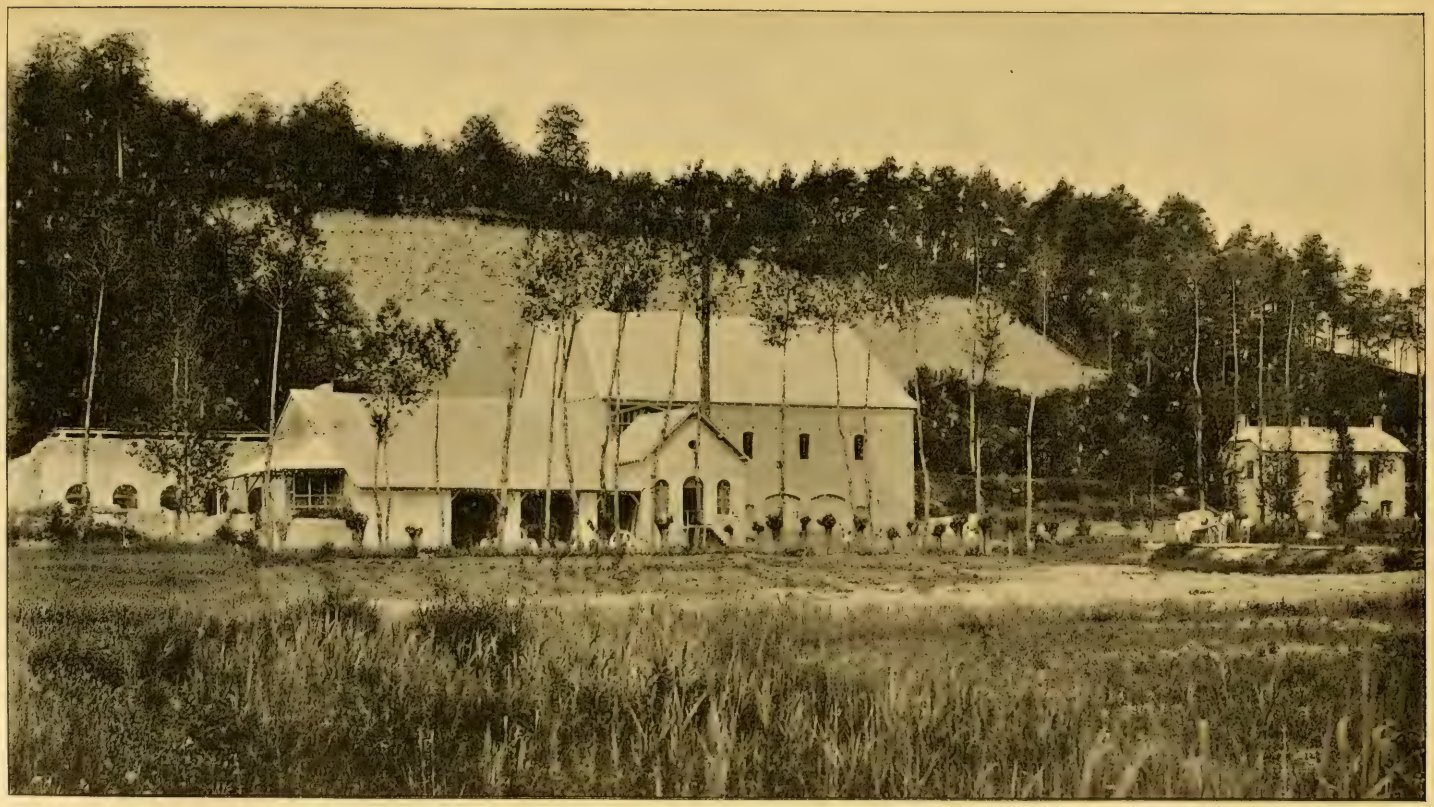


Fig. 8 — *Société des Chaux de l'Aube. Usine de Côtes-d'Ainay (Haute-Marne).* — Les matériaux de la carrière sont directement déversés dans les fours, dont on voit, vers la gauche de la figure, les galeries de sortie. Les produits des fours passent directement dans la chambre d'extinction, située à droite des fours. L'ensachage se pratique dans le grand bâtiment central.

Les chaux de Virieu se distinguent par une prise très rapide et une densité apparente élevée; la chaux légère pèse 0k,750 au litre, et fait prise en 15 à 18 heures; la chaux lourde pèse 1k,000 à 1k,100 et prend en 6 à 8 heures.

L'usine de MM. Jurron et Cie possède vingt fours à feu continu; la force motrice est donnée par une chute d'eau de 120 mètres pouvant développer 600 à 700 chevaux, mais dont on n'utilise qu'une partie.

La production est de 25 à 28.000 tonnes, dont 20 à 30 % en chaux légère, 60 à 70 % en chaux lourde et 20 % en ciments.

Les autres usines de la région se trouvent à Béon (Culoz), à Bons, et à Buséal, près Virieu.

Dans la région du Sud-Est, on peut encore classer les usines de l'Isère dont nous aurons à parler principalement à propos des ciments naturels; la fabrication de la chaux, dans ce département, est relativement peu importante; les principales usines sont celles de Montalieu et de Bouvesse; elles possèdent vingt-neuf fours et produisent 30.000 tonnes de chaux légère, de chaux lourde et de ciment de grappiers.

IV. — Fabrication des ciments artificiels

Il y a deux sortes de ciments artificiels : les ciments du type Portland et les ciments de laitier.

§ 1. — Ciments du type Portland

1. *Région du Boulonnais.* — C'est dans la région du Boulonnais que se fabrique la plus grande partie du ciment Portland produit en France; la production totale étant de 350.000 tonnes environ, les usines du Boulonnais livrent, en effet, à elles seules, près de 300.000 tonnes par an à la consommation.

La plus ancienne usine est celle de Boulogne, dont la création remonte à l'année 1845; à cette époque, M. Demarle trouva les procédés convenables pour traiter les marnes argileuses de Neufchâtel, dont les gisements avaient été découverts par Vicat. Ces procédés sont encore suivis dans toutes les usines de la région, et on n'y a fait que des modifications de détail peu importantes.

Les marnes crétacées employées par les usines du Boulonnais forment un puissant gisement qui est exploité à Dannes, Camiers, Neufchâtel, Samer, Desvres, Lumbres, etc.

L'exploitation des carrières se fait à ciel ouvert; le découvert est généralement très faible; le calcaire est tendre, friable et s'extrait facilement à la pioche sans qu'il soit nécessaire de recourir à la mine.

La carrière de l'usine de Boulogne, exploitée actuellement par la Société des Ciments français, est située à Neufchâtel; la même Société possède une autre usine à Desvres. Ces usines réunies forment un des établissements les plus importants qui existent pour la fabrication du ciment Portland; on ne peut lui comparer que les grandes usines de MM. White brothers, en Angleterre, et celles de MM. Alsen et Sohne et Dyckerhoff, en Allemagne. Leur production atteint 130.000 tonnes par an, et pourrait être plus grande encore.

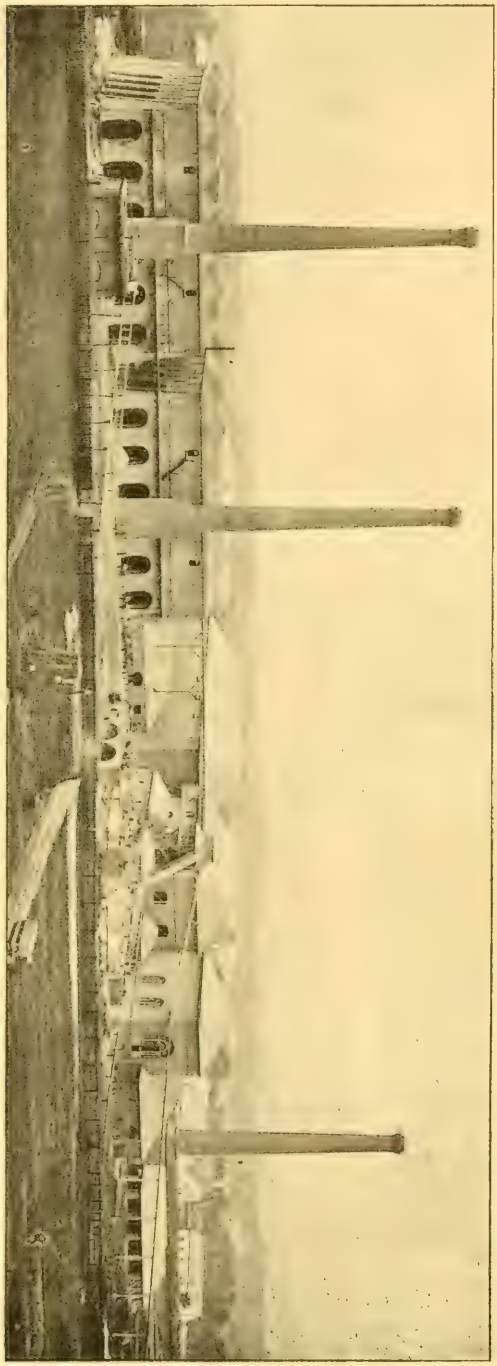
Les procédés employés pour la fabrication du ciment Portland sont à peu près les mêmes dans toutes les usines du Boulonnais; les marnes sont délayées (fig. 12) avec 50 à 60 % d'eau et réduites ainsi en bouillie claire; comme elles contiennent une proportion d'argile un peu inférieure à celle qui est nécessaire, on ajoute une petite quantité d'argile du Gault qui, à Boulogne, est extraite des falaises situées à l'ouest du port.

A la sortie des délayeurs, la pâte est envoyée dans les bassins doseurs; ce sont de grandes cuves dans lesquelles des agitateurs mélangent intimement la pâte; des échantillons, destinés à faire connaître si la composition de la pâte est normale, sont prélevés dans ces bassins et analysés rapidement; selon que l'on a trouvé trop ou trop peu d'argile, on introduit dans le bassin une quantité déterminée de pâte plus calcaire ou plus argileuse. La pâte n'est considérée comme bien dosée que si la proportion d'argile ne s'écarte pas de plus d'un demi pour cent du dosage normal, qui est généralement 20 à 22 %.

Après avoir été dosée, la pâte doit être desséchée complètement; ce résultat est obtenu de différentes façons. Tantôt la pâte est envoyée dans de grands bassins, d'une contenance de 2.000 à 3.000 mètres cubes, où elle reste plusieurs semaines; quand elle est suffisamment ferme, on la transporte sur des séchoirs constitués par des aires chauffées par le gaz de fours à coke. Tantôt la pâte est envoyée directement sur les fours où s'opère la cuisson; elle est alors séchée par la chaleur perdue de ces fours. Dans le premier cas, la pâte sèche est cuite dans des fours ordinaires, semblables aux fours à chaux, mais surmontés d'une cheminée très élevée qui détermine un tirage énergique; la cuisson est intermittente. Quand la cuisson doit avoir lieu dans les fours Hoffmann, la pâte, à la sortie des grands bassins de repos, est mise en briques et séchée dans des séchoirs spéciaux. Les fours Hoffmann sont analogues à ceux qui sont employés pour la cuisson de la brique; ils ont généralement 18 compartiments.

Les fours qui sèchent la pâte venant directement des bassins doseurs sont appelés fours anglais ou fours-séchoirs; ils sont groupés au nombre de 10, 12 ou même davantage, et les produits de la com-

Fig. 9. — *Société des chaux de l'Aube. — Usine de Saint-Bernard à Clairvaux.*



Groupe de fours-séchoirs pour la dessiccation et la cuisson des pâtes. — Au fond, magasins à ciment, Délayeurs et bassins doseurs. — Au premier plan, wagonnet venant de la carrière. — Bâtiments des générateurs et de la machine motrice.

Fig. 10. — *Usine de la Société des Ciments de Bannes, à Bannes (Pas-de-Calais).*

bustion sont envoyés par de larges conduits horizontaux à une cheminée unique; c'est dans l'intérieur et sur le dessus de ces conduits que la pâte liquide est envoyée et se dessèche pendant que la cuisson s'opère dans le four. Les fours-séchoirs (fig. 10) sont intermittents.

Une quatrième espèce de four est aussi employée, mais seulement à Boulogne : c'est le four à étage ou four Dietzch; il ressemble à un four ordinaire dans lequel la partie supérieure serait transportée, parallèlement à elle-même, à peu de distance de la partie inférieure et raccordée à celle-ci par un conduit horizontal. Les pâtes sèches sont introduites dans la cheminée à 3 mètres environ au-dessus du conduit horizontal; cette partie s'appelle le réchauffeur. La pâte, en effet, est portée à une température élevée par les gaz produits par la cuisson et qui la traversent. La cuisson s'opère dans la zone supérieure du four proprement dit, le réchauffeur formant la cheminée; à cet endroit, des portes pratiquées de côté et d'autre du four permettent de venir, avec de longues pelles, faire tomber la pâte du réchauffeur dans le creuset et, en même temps, d'y répandre le charbon nécessaire pour la cuisson. Le feu est très vif jusqu'à 2 à 3 mètres au-dessous des portes, puis, à mesure qu'il descend, le ciment cuit se refroidit et il sort du four tout à fait froid. Des regards, ménagés à quelque distance au-dessous du creuset, permettent de ringarder pour faire descendre la masse si elle est restée collée contre les parois du four. La partie inférieure du four à étage a 7 à 8 mètres de hauteur et la partie supérieure 15 à 25 mètres. Ce four, très employé en Allemagne et en Suisse, n'a pas été adopté par les usines françaises malgré tous ses avantages; il n'en existe plus qu'un aux usines de Boulogne.

Le ciment, à la sortie des fours, est trié soigneusement; les morceaux bien cuits sont noirs, lourds, très durs; les incuits sont jaunes ou gris, mais toujours légers et peu

résistants; on les met de côté pour les repasser aux fours.

La réduction du ciment en poudre s'opère à l'aide de concasseurs à mâchoires, de cylindres laminoirs, qui réduisent les roches en fragments de 7 à 8 millimètres, et de meules horizontales. Le produit des meules est passé dans des bluteries, et toutes les parties encore trop grossières retournent aux meules; la poudre fine est envoyée dans les magasins où elle est mise en barils ou en sacs.

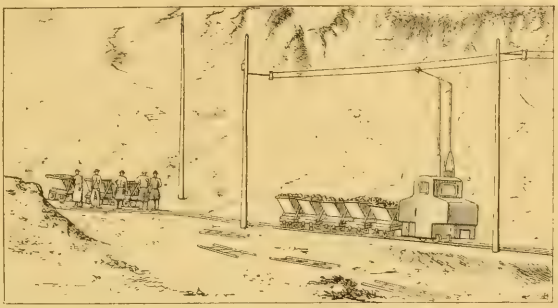


Fig. 11. — *Emploi de la locomotive électrique pour remorquer les wagonnets de marne dans la carrière de MM. Darsy, Lefebvre et Lavocat, à Neufchâtel (Pas-de-Calais).* — Le courant est envoyé à la locomotive au moyen d'un câble aérien sur lequel glisse un trolley.

Telle est, dans ses grandes lignes, le mode d'opérer employé par les usines du Boulonnais; il y a très peu de variation d'une usine à l'autre, et les seules différences viennent des soins apportés à la fabrication. A Boulogne, les fours sont, en majorité, des fours ordinaires intermittents: il existe aussi un certain nombre de fours-séchoirs, système Johnson, deux fours Hoffmann et un four coulant système Dietzch. La mouture s'opère à l'aide de concasseurs, de laminoirs et de meules horizontales; il en existe 58 paires dans les usines de la Société.

Le nombre des ouvriers est de 1200.

La plus ancienne usine du Boulonnais, après celle de Boulogne, a été fondée en 1860 à Neufchâtel par

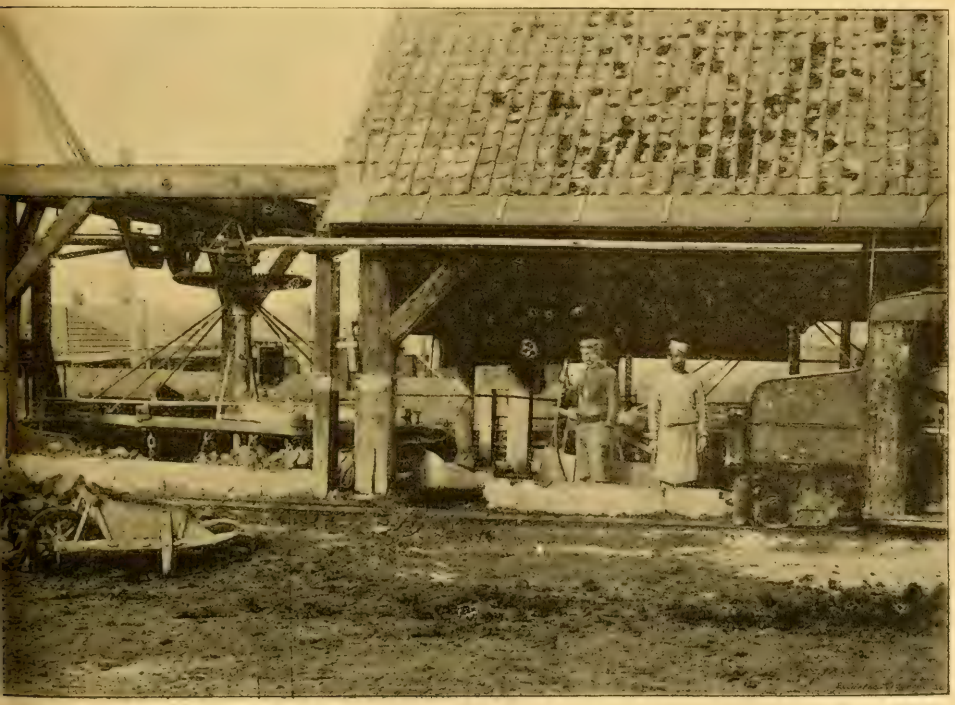


Fig. 12.— *Fabrique de ciment de MM. Darsy, Lefebvre et Lavocat.* — Délayeurs réduisant en bouillie claire les marnes calcaires employées à la fabrication du ciment.

MM. Darsy et Lefebvre; elle est exploitée aujourd'hui par MM. Darsy, Lefebvre et Lavocat (fig. 12 et 14). La carrière est située à côté de celle de la Société des Ciments français et à 1500 mètres environ de l'usine. Le transport des marnes de la carrière aux délayeurs se fait à l'aide de wagonets remorqués par une locomotive électrique (fig. 11) construite par M. Hillairet; c'est la première application de l'électricité, comme force motrice, dans les usines du Boulonnais.

Le traitement des matières premières s'opère comme à Boulogne; les fours sont à séchoirs, et on emploie, pour la mouture, des concasseurs, des laminoirs et des meules. L'usine occupe 150 ouvriers et produit 25.000 tonnes par an.

Viennent ensuite les usines de MM. Sollier et Cie fondées, en 1869, à Neufchâtel également, où l'on trouve les mêmes procédés de fabrication. Ces usines possèdent 19 fours ordinaires intermittents, dits à dôme (fig. 13), 12 fours anglais et 17 paires de meules; la production est de 30.000 tonnes par an.

On trouve encore, à peu de distance de Neufchâtel, l'usine créée par M. Dupré et exploitée actuellement par M. Basquin; sa production est de 10.000 à 15.000 tonnes par an.

L'usine de la Société des Ciments de Dannes, à Dannes (fig. 10), et celle de MM. Delbende et Cie, à Desvres, ont été construites à peu près à la même époque, vers 1882; ces usines possèdent des fours-séchoirs et produisent chacune 20.000 tonnes environ annuellement.

La Compagnie Nouvelle des Ciments Portland du Boulonnais à Desvres est une des dernières sociétés établies dans la région de Boulogne; sa production est la plus importante après celle de la Société des Ciments français. Les fours, au nombre de 25, sont du système Johnson; elle peut fabriquer 40.000 à 50.000 tonnes par an.

Il existe encore quelques petites usines à Samer, à Lumbres, à Lothingen, à Camiers.

En dehors de la région du Boulonnais, mais dans le Pas-de-Calais cependant, nous devons citer encore l'usine de MM. E. Cambier et Cie située à Pont-à-Vendin. Les matières premières employées par MM. E. Cambier et Cie sont, comme dans toutes les usines anglaises, la craie pure et l'argile mélangées par voie humide en proportions convenables. Les mélanges se font à l'aide d'appareils semblables à ceux des usines du Boulonnais, les fours sont du système Johnson; la production est de 15.000 tonnes par an.

Il existe encore une usine de création plus récente à Perne-en-Artois, dans le Pas-de-Calais. Cette usine emploie la voie sèche et produit annuellement 5.000 à 6.000 tonnes; elle est dirigée par M. Parsy.

Le succès des usines du Pas-de-Calais est dû surtout à leur régularité de fabrication assurée par des procédés très parfaits de dosage des matières premières. Les grands travaux maritimes exécutés en France depuis une quinzaine d'années ont contribué puissamment à développer leur essor, et, si le port de Boulogne permettait d'expédier au loin à des prix avantageux, il n'est pas douteux que ces usines trouveraient dans l'exportation un débouché qui pourrait augmenter encore dans des proportions importantes leur production. Les ciments français sont, en effet, justement appréciés à l'étranger, et leur prix élevé en restreint seul la vente dans plusieurs pays où on les préférerait certainement aux ciments anglais ou belges.

2. *Région du Sud-Est.* — Le fils de Vicat, M. J. Vicat, a créé, en 1858, une usine pour la fabrication du ciment Portland artificiel à Vif, près de Grenoble. La préparation des matières se fait d'une manière toute différente de celle qui est employée dans les usines du Boulonnais. On emploie un calcaire argileux, qui est cuit modérément et donne, après mouture, un ciment prompt; ce ciment est mélangé dans un malaxeur avec de la chaux grasse éteinte et blutée; le mélange se fait en proportions déterminées de manière à obtenir toujours la même composition; la pâte ainsi obtenue est mise en briquettes qui se solidifient rapidement; après un certain temps de séchage à l'air, les briques sont enfournées et la fabrication est ensuite la même que dans les autres usines. — Les fours sont du type ordinaire à cuisson intermittente; ils sont au nombre de 42.

La Société J. Vicat et Cie, actuellement dirigée par M. Merceron-Vicat, produit 20.000 tonnes de ciment Portland par an; elle crée en ce moment près de Marseille, en collaboration avec M. Armand, une nouvelle usine qui présentera des procédés de fabrication intéressants et qui produira 15.000 à 20.000 tonnes par an.

Plusieurs autres usines de l'Isère fabriquent du ciment Portland artificiel, mais en quantité relativement restreinte, et nous aurons surtout à parler de ces usines à propos des ciments naturels.

M. Romain-Boyer, à Marseille, fabrique aussi du ciment artificiel depuis quelques années; il emploie le procédé des mélanges de poudres à sec; la cuisson s'opère dans des fours ordinaires intermittents.

3. *Région de l'Yonne.* — Dans l'usine de MM. Quillot frères, à Frangey (Yonne), on trouve le procédé du traitement des matières premières dit par voie sèche. Les calcaires, appartenant à l'étage oxfordien, se présentent par bancs dont la teneur en argile varie de 14 à 30 %; après dessiccation,

ils sont broyés très finement et mélangés intimement à sec; la poudre est finalement humectée légèrement et mise en briques comprimées fortement. Ces diverses opérations s'exécutent à l'aide de moyens très ingénieux dont la description dépasserait le cadre de cette étude; elle a été donnée par M. Debray, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, dans un Rapport à la Commission des Ciments en 1888.

L'exploitation de la carrière se fait à ciel ouvert et par gradins. La cuisson s'opère dans un four Hoffmann à 20 compartiments. C'est la seule usine, avec celle de Boulogne, qui emploie ce genre de four pour la cuisson du ciment ; elle a, d'ailleurs, pleinement réussi, et les résultats qu'elle obtient sont de tous points satisfaisants. La production annuelle est de 20.000 à 25.000 tonnes.

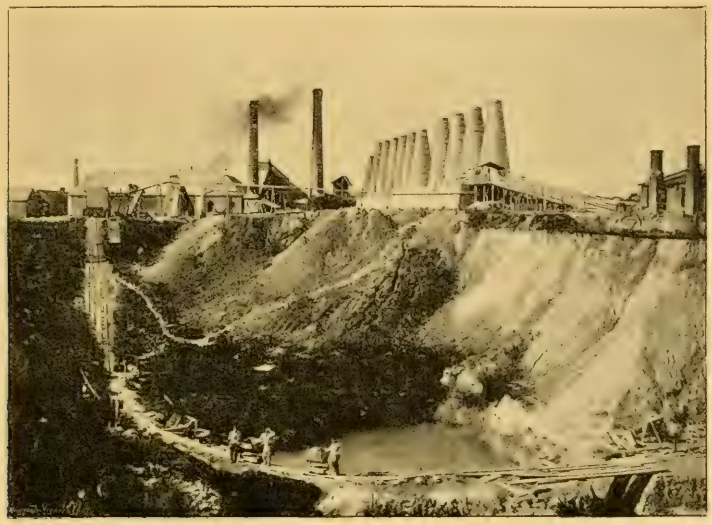


Fig. 13. — *Fabrique de ciment de MM. Sollier et Cie à Neufchâtel (Pas-de-Calais).* — Carrière et plan incliné remontant la marne aux délayeurs. — Batterie de 11 fours intermittents avec grandes cheminées, dits fours à dôme. (Types des fours de ce genre employés dans les usines du Boulonnais.)

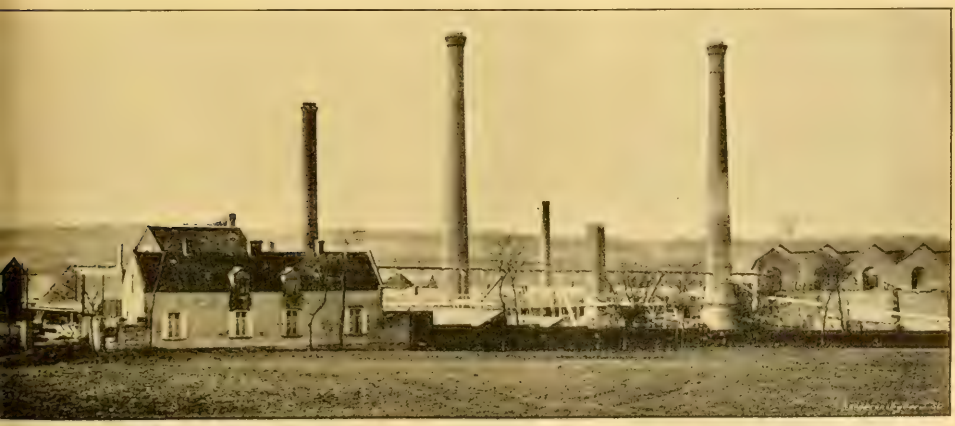


Fig. 14. — *Fabrique de ciment Portland de MM. Darsy, Lefebvre et Lavocat à Neufchâtel (Pas-de-Calais).*

Dans le même département, l'usine Chantemille, à Moutot, produit quelques milliers de tonnes et travaille par voie sèche ; mais elle emploie des fours ordinaires intermittents.

4. *Région Parisienne.* — Enfin une usine a été créée récemment par la Compagnie Parisienne des Ciments Portland à peu de distance de Mantes, sur la Seine; les matières premières employées sont la craie pure et l'argile plastique traitées par voie humide. Les procédés de mélange et de dosage sont semblables à ceux des usines du Boulonnais; l'usine est construite pour produire 15.000 tonnes par an.

Telles sont les seules régions dans lesquelles on fabrique actuellement du ciment Portland artificiel, dont la production est, comme on le voit, encore assez restreinte. Cette industrie n'a pris un certain développement que depuis une quinzaine d'années. En 1880 la quantité de ciment fabriqué en France dépassait à peine cent mille tonnes; maintenant elle atteint le chiffre de 350.000 tonnes environ. Dans le même espace de temps la production du ciment Portland en Allemagne est passée, de 100 à 200.000 tonnes, à près de 1.800.000 tonnes; dans plusieurs autres pays tels que la Russie, le Danemark, la Suède, la Belgique, la fabrication du ciment, qui existait à peine, est devenue très importante et prend chaque année plus d'extension.

Les causes de la progression si lente du ciment en France viennent de ce que l'emploi de ce produit n'est pas général comme en Allemagne, en Angleterre, en Danemark, en Russie; la grande quantité de chaux hydrauliques, de ciments naturels, de ciments de grappiers et de produits divers vendus sous le nom de Portland empêchent aussi la fabrication du ciment artificiel de se développer. Des progrès importants réalisés dans la fabrication ont cependant permis d'abaisser très sensiblement les prix de revient, et les prix de vente tendent à se rapprocher de plus en plus de ceux des ciments naturels ; quand les ciments artificiels se vendront à des prix relativement réduits, leur usage se généralisera certainement davantage, et on peut prévoir que leur production augmentera alors très rapidement.

§ 2. Ciment de laitier.

Depuis quelques années un nouveau produit hydraulique a fait son apparition et a pris un certain développement dans la région de l'Est : nous voulons parler du ciment de laitier. La fabrication de ce ciment a été introduite en Allemagne il y a une dizaine d'années, mais elle ne paraît pas avoir prospéré dans ce pays. En France, la première usine a été montée par M. Henry à Saint-Dizier; puis est venue celle de MM. Raty et Cie à Saulnes (Meurthe-et-Moselle); il en existe maintenant d'autres à Neuves-Maisons (Meurthe-et-Moselle) et à Vitry-le-François ; cette dernière dirigée par MM. Gonod et Girardot, anciens associés de M. Henry, et établie par la société Pavin de Lafarge. Enfin M. Henry a installé une nouvelle usine dans le Cher, à Bourges. La Société générale du Portland laitier, dont le siège social est à Grenoble, a exploité plusieurs usines à Saint-Ismier (Isère), à Laudun (Gard), au Boucau (Pyrénées-Orientales). Cette dernière a été détruite par un incendie.

La fabrication du ciment de laitier est très simple et nécessite une installation relativement peu importante. Les matières premières sont, d'une part, le laitier de haut-fourneau préparé spécialement, et, d'autre part, de la chaux éteinte en poudre. Le laitier de composition convenable ne se rencontre pas partout; il doit avoir une certaine teneur en silice, en alumine et en chaux; de plus, il est indispensable qu'immédiatement après la sortie du haut-fourneau il ait été soumis à un refroidissement brusque. On réalise généralement cette condition en le faisant tomber dans de grands bassins pleins d'eau ou dans un courant d'eau froide. Le laitier ainsi traité a l'aspect d'un sable à grains poreux, boursouflés ; on l'appelle *laitier granulé.*

Après être resté à l'air pendant un certain temps, le laitier granulé est desséché complètement dans des appareils de diverses sortes; il est ensuite réduit en poudre fine à l'aide d'appareils de broyage appropriés; ce sont les broyeurs Morel ou les meuletons à meules verticales qui sont employés le plus souvent; les meules horizontales ordinaires donnent des résultats moins satisfaisants pour ce travail.

La chaux éteinte et blutée finement est mélangée alors avec la poudre de laitier en proportion convenable, indiquée par l'expérience. Ce mélange est introduit dans un appareil appelé *homogénéisateur*; il consiste généralement en un cylindre cannelé, dans lequel roulent des boulets en fonte de diverses dimensions. L'appareil, fermé hermétiquement, est mis en marche et tourne pendant un temps plus ou moins long, variant de 1 heure à 3 heures. A la fin de l'opération, le mélange de la chaux et du laitier est absolument intime et le ciment est prêt à être employé. Dans d'autres appareils, l'opération est continue; le cylindre est alors assez long et les matières, introduites à une des extrémités, sont entraînées par le mouvement de rotation et sortent de l'autre côté, après avoir été sur leur parcours mélangées par l'action des boulets.

Le ciment de laitier, pour être de bonne qualité,

doit être extrêmement fin ; ce sont les opérations de séchage et de broyage du laitier qui sont les plus onéreuses dans cette fabrication.

Les usines de St-Dizier, de Saulnes et de Vitry ont une importance à peu près égale ; elles peuvent fabriquer chacune 10 à 15.000 tonnes par an.

V. — Fabrication des ciments naturels.

Les ciments naturels à prise rapide sont de tous les produits hydrauliques ceux qui ont été connus les premiers; Vicat, dans un ouvrage publié en 1828, parle, en effet, des ciments de Guéthary, de Boulogne, qui étaient alors fabriqués avec des galets, de Pouilly-en-Auxois. Les usines qui produisaient ces ciments étaient très modestes, et elles ont presque toutes disparu depuis longtemps.

Les régions où la fabrication des ciments naturels a pris le plus d'extension sont l'Yonne, la Côte-d'Or, l'Isère et les Bouches-du-Rhône. On trouve encore des usines produisant ces ciments dans le Lot, le Lot-et-Garonne et la Dordogne.

1. *Région de Vassy.* — Les principales usines de l'Yonne se trouvent groupées aux environs de Vassy. Ce fut vers 1830 que l'on commença à utiliser pour la fabrication du ciment à Vassy les calcaires du Lias supérieur, abondants à cet endroit (fig. 15) [1]. MM. Gariel et Garnier fondaient, à cette époque, une usine qui n'a disparu qu'en 1887; elle a été remplacée par l'usine de M. Dumarcet à Provençy qui, étant la dernière créée, a été installée avec tous les perfectionnements indiqués par l'expérience (fig. 15 et 16). Elle est située à 400 mètres de la gare de Provençy et à 150 mètres des carrières; celles-ci, comme toutes les carrières de la région de Vassy, s'exploitent à ciel ouvert; le découvert est de 2m50 environ, puis on trouve 7 bancs ayant chacun une épaisseur de 1 mètre à 1,50 m. ; entre les bancs se trouve une matière schisteuse qui est inutilisable.

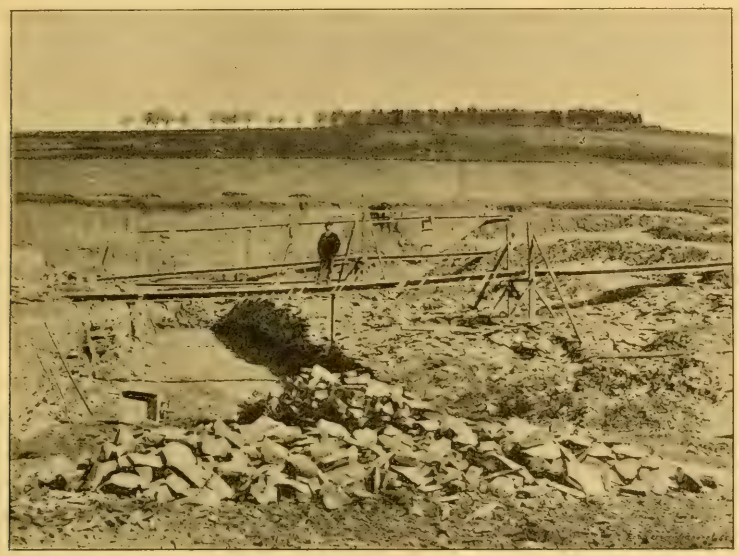


Fig. 15. — *Carrière de M. Dumarcet, fabricant de ciment de Vassy, à Provençy (Yonne).*

Les calcaires propres à la production du ciment sont reconnaissables à leur teinte et à leur dureté. La fabrication des ciments naturels est très simple: la cuisson s'opère dans des fours continus de capacité assez restreinte et semblables aux fours à chaux ; à Provençy, les fours n'ont pas de cheminée ; dans d'autres usines, ils sont surmontés d'une cheminée de peu de hauteur, en forme de tronc de cône. La cuisson est modérée ; il suffit d'enlever l'acide carbonique des calcaires et l'on doit éviter de les vitrifier ; les pierres cuites sont légères, spongieuses, de couleur jaune-clair. La mouture s'opère à l'aide de broyeurs verticaux et de meules horizontales. Après blutage, le ciment est mis en sacs ou bien il est conduit aux silos

La production de l'usine Dumarcet est de 14.000 à 15.000 tonnes par an.

[1] Les marnes calcaires de Vassy sont très riches en fossiles, en débris de squelettes d'animaux préhistoriques ; M Millot, notamment, en a trouvé dans ses carrières des spécimens remarquables.

Fig. 16. — *Fabrique de ciment de Vassy de M. Dumarcet, à Provency (Yonne).*

Fig. 17. — *Transport des pierres à ciment du Mont Jalla à l'Usine de Ciment de la Porte de France.* — Gare d'arrivée.

Par rang d'ancienneté, viennent ensuite les usines de MM. Millot, à Marsy et à Sainte-Colombe; l'importance de ces usines est à peu près la même que celle de M. Dumarcet; puis, les usines Faure, actuellement Joudrier et Cie, créées vers 1854. L'usine Prévost date de 1871, et celle de M. Bougault de 1884. Ces usines produisent de 8.000 à 10 mille tonnes, et les procédés qu'elles emploient ne présentent rien de particulier.

2. *Région de la Côte-d'Or.* — Une des usines les plus anciennes de la Côte-d'Or est celle de M. Landry à Venarey-les-Laumes.

L'exploitation de la carrière est conduite de la même façon que dans les usines de Vassy; les bancs utilisables sont au nombre de seize; leur épaisseur est en moyenne de 0m,30 à 0m,40, la teneur en argile varie de 25 à 30 °/o. La pierre s'extrait à la pince ou à la mine; elle est assez tendre dans les bancs supérieurs et dure dans les bancs inférieurs; après un certain temps de séjour à l'air, elle s'effrite et finit par se réduire en petit fragments. La cuisson s'opère dans des fours continus ordinaires, sans cheminée; pour la mouture, on emploie des meules. L'usine de Venarey produit 8.000 à 10.000 tonnes par an.

M. Journault a établi, il y a peu de temps, une usine à Marigny-le-Cahouët; cette usine est bien outillée et dispose d'une force motrice assez considérable; elle est éclairée à la lumière électrique; sa production est de 6.000 à 8.000 tonnes et pourrait être facilement augmentée.

Les usines Tripier, situées à Venarey et dans les environs, produisent 10.000 à 15.000 tonnes.

A Pouilly, l'usine Détang fabrique environ 6.000 tonnes par an.

Fig. 18. — *Profil de la gare d'arrivée des bennes aériennes à la Porte-de-France, montrant le déchargement des pierres à ciment dans les cheminées de descente.*

3. *Région de l'Isère.* — La fabrication du ciment naturel a pris dans l'Isère une importance considérable; c'est une des industries les plus prospères de ce département.

Les principales usines sont groupées autour de Grenoble dans un rayon de 40 kilomètres; elles sont au nombre de sept: Grenoble (Porte-de-France), Seyssins, Voreppe, St-Laurent-du-Pont, Vif, Valbonnais, St-Ismier.

La Société Delune et Cie, qui exploite les produits réunis des maisons Dumollard et Viallet, Carrière et Cie, Dupuy de Bordes et Cie, sous le nom de Société Générale et Unique des Ciments de la

Porte-de-France, est la plus importante de toute la région; elle produit, en effet, à elle seule, à peu près autant que toutes les autres usines réunies.

Le gisement de la Porte-de-France a été découvert en 1842 par le capitaine du génie Breton; il appartient au terrain néocomien. Remarquable par son homogénéité et sa constance de composition, ce gisement présente des difficultés d'exploitation assez sérieuses; la Société Delune et Cie a réussi à les vaincre cependant, grâce à des procédés très ingénieux. L'un des plus intéressants, qui a déjà été décrit plusieurs fois, est le câble de 600 mètres de portée qui permet de descendre le calcaire du mont Jalla à l'usine. (Fig. 17, 18, 19.)

Comme au Teil, les usines Delune et Cie doivent aux carrières qu'elles exploitent leur réputation et leur prospérité. Le ciment prompt de la Porte-de-France est, en effet, très supérieur à tous les autres produits similaires, et, pour certains travaux, son emploi se recommande d'une manière exclusive; aussi est-il connu non seulement en France, mais à l'étranger, et les ouvrages exécutés avec ces ciments sont innombrables. La Société Delune exécute elle-même des travaux, et elle a su tirer un excellent parti des qualités remarquables de ses produits, notamment pour les canalisations d'eaux libres ou sous pression, les pierres factices, le cimentage des rues, etc...

Outre le ciment prompt, la Société Delune fabrique du ciment demi-lent, du ciment Portland naturel, et du ciment artificiel.

La fabrication des ciments naturels de l'Isère ne diffère pas de celle qui est usitée généralement; le calcaire est cuit dans des fours coulants, et la mouture s'opère à l'aide de concasseurs et de meules; dans quelques usines, on emploie le broyeur à boulets système Morel. A la sortie des fours, le ciment est trié soigneusement; les morceaux vitrifiés forment le ciment à prise lente et demi-lente; ceux qui n'ont pas atteint un commencement de ramollissement sont mis de côté pour la fabrication du ciment prompt : le ciment à prise lente et à prise demi-lente est conservé en silos pendant plusieurs semaines; le ciment prompt ne doit pas être mis nécessairement en silos et s'expédie souvent immédiatement.

Les usines Thorrand et Cie, à Voreppe, datent de 1874; l'exploitation des calcaires, qui terminent la série jurassique, se fait en galerie. MM. Thorrand et Cie fabriquent des ciments naturels à prise prompte, demi-lente et lente; ils produisent également une certaine quantité de ciment artificiel.

La Société Vicat et Cie, dont nous avons déjà parlé, a ouvert en 1876, à Saint-Laurent-du-Pont, près de la Grande-Chartreuse, une exploitation de ciment naturel dans le terrain néocomien; elle produit dans cette usine des ciments à prise prompte et à prise lente. En 1869, la même Société avait établi une usine à Uriage, près Grenoble, dans laquelle elle fabrique du ciment naturel à prise rapide. L'extraction se fait à ciel ouvert, tandis qu'à Saint-Laurent-du-Pont elle s'opère en galeries; les terrains d'Uriage appartiennent au Lias.

La Société Guingat et Cie exploite de nombreuses carrières dans la région de Grenoble, à Vif, à Comboire, Claix, Crolles, Siéroz.

A Vif, se trouvent encore des carrières exploitées par l'usine Berthelot.

L'usine de MM. Pelloux et Cie, à Valbonnais, date de 1869; la pierre appartient au Lias et s'exploite en galeries.

La Société Générale du Portland-laitier possède les carrières de Saint-Ismier, découvertes en 1853, et appartenant au terrain oxfordien. L'extraction se fait par galeries.

On estime à 180.000 tonnes la quantité de ciment fabriquée par les usines de l'Isère. Ces ciments avaient un important débouché en Italie et en Suisse, mais la vente à l'exportation a diminué depuis l'élévation des droits de douane et la création d'usines dans ces contrées. La plus grande partie des ciments de l'Isère est employée en France même, principalement dans les départements du Sud, du Sud-Est et du Centre.

4. *Région de Marseille.*— L'industrie des ciments a été créée dans les Bouches-du-Rhône par M. H. de Villeneuve, ingénieur des Mines, qui, sur les indications de Vicat, produisit le premier le ciment de Roquefort. Bien que les usines actuelles soient toutes à la Bédoule, les produits qu'elles fabriquent en grande partie ont conservé le nom de *Ciment de Roquefort.*

C'est encore à M. de Villeneuve que l'on doit la découverte du ciment de la Valentine, en 1853; ce ciment, fabriqué avec des calcaires argileux du crétacé supérieur, qui se trouvent sur tout le bassin d'exploitation du lignite de Valdonne, est à prise demi-lente; l'extraction des pierres se fait en galeries. Ces ciments sont fabriqués actuellement par la Société A. Armand et Cie, qui possède quatorze fours coulants et produit 30.000 tonnes par an.

La plus importante des usines de la Bédoule est celle de MM. Romain-Boyer et Cie (fig. 20, page 324); située au pied d'une colline élevée, cette usine a été disposée très heureusement en vue d'une exploitation rationnelle et économique; la coupe des terrains et celle de l'usine, que nous devons à l'obligeance de M. Romain-Boyer, permettent de se rendre compte très facilement des diverses phases de la fabrication (fig. 21, page 325).

Les couches exploitées, au nombre de sept, ont des épaisseurs comprises entre 11 à 68 mètres; leur composition est très variable et, par un choix judicieux et un contrôle constant, on peut ainsi trouver dans ces calcaires les éléments de la fabrication du ciment prompt, du ciment demi-lent, du Portland naturel et de la chaux hydraulique. Enfin, en mélangeant les produits de certaines couches, on peut fabriquer du ciment artificiel de très bonne qualité.

La fabrication des ciments naturels ne présente rien de particulier : le ciment Portland artificiel est préparé par voie sèche ; les calcaires sont séchés, puis réduits en poudre fine et mélangés en même temps intimement en proportion convenable. La poudre est mise en briques comprimées fortement ; celles-ci, après avoir été desséchées à l'air, sont cuites dans des fours ordinaires intermittents; la suite de la fabrication s'opère comme dans les autres usines. — La production la plus importante est celle du ciment prompt.

MM. Romain-Boyer et Cie fabriquent en totalité 10.000 tonnes de produits par an.

Les usines de MM. Rastoin frères, situées à la Bédoule également, produisent environ 20.000 tonnes, dont 12.000 tonnes de ciment dit de Roquefort. Les ciments sont analogues à ceux dont nous avons parlé plus haut; l'extraction se fait aussi à ciel ouvert. Ces usines possèdent 13 fours coulants à feu continu et douze paires de meules.

Les produits des usines de Marseille sont destinés presque exclusivement à l'exportation. Le ciment de Roquefort se vend à très bas prix par suite du peu de frais que nécessite sa fabrication; l'extraction des pierres est très facile ; la cuisson est modérée, et la mouture de ces roches tendres et spongieuses est des plus simples. Aussi, ce ciment trouve-t-il un débouché facile dans les pays où le bon marché est surtout apprécié ; depuis quelque temps on peut constater une tendance au développement de la fabrication du ciment artificiel ; déjà nous avons fait voir que MM. Romain Boyer et Cie produisent ce ciment avec succès. L'usine en construction de MM. Vicat et Armand à Valdonne, dont nous avons parlé également, viendra augmenter encore, dans une proportion importante, la fabrication de ce ciment; enfin,

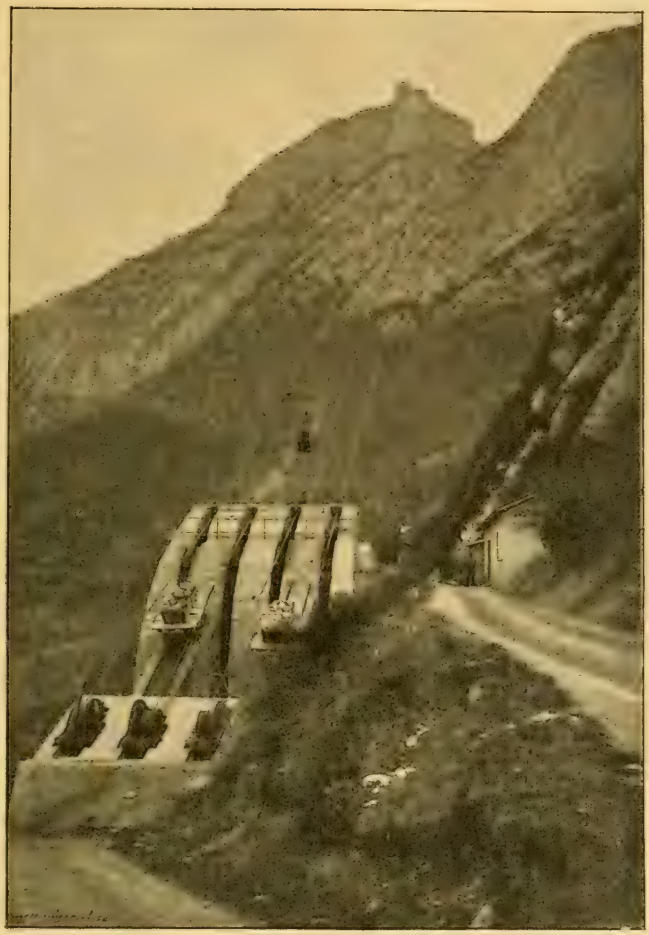


Fig. 19. — Vue générale du système des câbles métalliques tendus du sommet du mont Jalla (Isère) au débarcadère des pierres à ciment à la Porte-de-France.

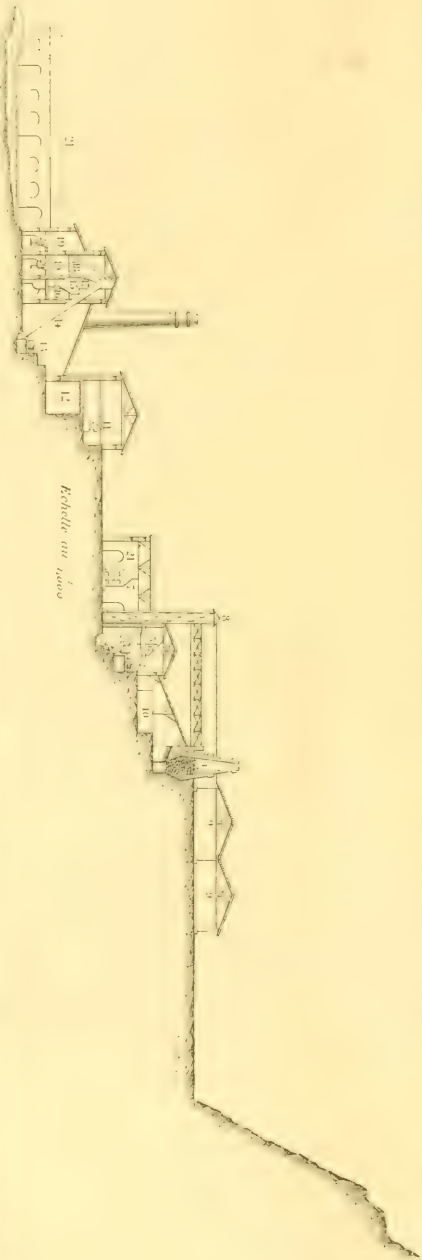


Fig. 20. — *Usine de ciment artificiel de MM. Romain Roger et Cie, à Marseille.* 1. Fours intermittents pour le cuisson du ciment. — 2. Moulin pour les pierres cuites. — 3-4. Humection. — 5-6. Élévateur et transporteur. — 7. Presse à briques. — 8. Montechargé pour les briques. — 9. Hangar pour le séchage des briques. — 10. Silos pour ciment cuit en roches. — 11. Concasseurs. — 12. Hangar. — 13. Meules horizontales. — 14. Élévateurs. — 15-16-17-18-19-20. Trémies et ensacheurs. — 21. Magasins.

d'autres usines, qui n'avaient produit jusqu'à présent que des ciments naturels, ont aussi l'intention de fabriquer du Portland artificiel. La région de Marseille paraît ainsi destinée à devenir, dans quelques années, un centre très important de fabrication des ciments naturels et artificiels.

5. *Régions du Lot, de Lot-et-Garonne et de la Dordogne.* — Après les trois régions dont nous venons de parler, on ne trouve plus d'exploitations importantes de ciments naturels que dans le Sud-Ouest : dans les départements du Lot, du Lot-et-Garonne et de la Dordogne. Les usines sont assez nombreuses; il en existe à Cahors, à Castelfranc, à Libos, où 4 usines produisent environ 8.000 tonnes de chaux et de ciment par an. Les plus importantes sont celles d'Allas-de-Berbiguières (Dordogne) et de Sauveterre-la-Lémanse (Lot-et-Garonne). A Allas, on produit uniquement du ciment naturel à prise prompte et à prise lente : la production atteint 14.000 tonnes par an.

A Sauveterre, il existe cinq usines qui fabriquent de la chaux et du ciment à prise lente. D'après M. Gipoulou, qui a bien voulu nous donner des renseignements sur ces usines et qui est fabricant lui-même, la production est de 20.000 tonnes de chaux et de 5.000 tonnes de ciment.

Les calcaires appartiennent à la formation jurassique ; ils sont un peu magnésiens et assez riches en alumine. Les produits sont généralement estimés, ils s'emploient exclusivement dans la région.

VI. — Essais des chaux et ciments

A la suite des indications générales que nous avons données sur la fabrication des chaux et des ciments, il nous paraît utile de dire quelques mots des essais qui servent à contrôler la qualité des produits soit à l'usine, soit sur les chantiers.

Les essais exécutés couramment sont les suivants : détermination de la prise, de la densité apparente, de la finesse de mouture, de la résistance à la traction. Quand on veut se livrer à un examen plus approfondi, on a recours à l'analyse chimique, à l'essai de l'invariabilité du volume, à la détermination du poids spécifique, de la résistance à la compression, à la flexion, etc.

L'essai de prise est indispensable pour les chaux, et, très souvent, on n'en fait pas d'autre sur ces produits, bien qu'à lui seul il soit insuffisant pour permettre d'apprécier leur valeur ; il est également très utile pour les ciments à prise rapide ; en ce qui concerne les ciments à prise lente, on lui demande seulement une indication sur la manière dont se comportera le mortier au moment de son emploi sur le chantier. L'expérience se fait à l'aide

de l'aiguille Vicat, qui est composée essentiellement d'une tige cylindrique, dont la base, limée carrément, présente une surface de 1 millimètre carré et dont le poids total est de 300 grammes. On est convenu d'admettre que la prise commence à se produire quand l'aiguille ne peut plus traverser complètement la pâte de chaux ou de ciment, et qu'elle est complète, quand l'aiguille ne peut plus pénétrer d'une manière appréciable dans cette pâte. Pour faire l'essai, on gâche à consistance plastique la chaux ou le ciment et on introduit la pâte dans un récipient cylindrique de $0^{m},08$ de diamètre et de $0^{m},04$ de hauteur. Ce récipient est conservé dans l'eau quand il s'agit des chaux et à l'air si l'on essaie des ciments.

Les chaux font prise en 24 à 48 heures ou même davantage selon qu'elles sont plus ou moins hydrauliques. Les ciments Portland prennent dans un temps qui varie entre une heure et six à huit heures; la prise des ciments prompts est de 3 à 10 minutes.

L'essai de la densité apparente consiste à déterminer le poids d'un litre du produit en poudre. Celui-ci est introduit dans la mesure à l'aide d'un entonnoir muni d'un tamis qui permet à la poudre de tomber lentement et d'une manière uniforme sans qu'elle puisse se tasser. Cet essai est utile pour les chaux; il l'est moins pour les ciments, et, dans tous les cas, il n'a de valeur que si l'on connaît la finesse de mouture du produit examiné, celle-ci ayant une très grande influence sur la densité apparente.

La finesse de mouture se détermine en faisant passer l'agglomérant à travers trois tamis ayant respectivement 324, 900 et 4.900 mailles par centimètre carré; pour les chaux on remplace ce dernier tamis par un tamis de 2.025 mailles par centimètre carré. La finesse de la poudre est considérée comme satisfaisante quand il ne reste aucun résidu sur le tamis de 324 mailles; les chaux ne laissent généralement que 2 à 3 °/₀ sur le tamis de 900 mailles et 15 à 20 °/₀ sur celui de 2.025 mailles. Les ciments ne sont pas aussi fins; le résidu sur le tamis de 900 mailles atteint 5 à 6 °/₀ et 25 à 30 °/₀ sur celui de 4.900 mailles. Il faut faire une exception pour les ciments de laitier, qui sont extrêmement fins et ne laissent parfois que 10 °/₀ de résidu sur le tamis de 4.900 mailles.

Les essais de résistance se font sur les produits gâchés en pâte pure ou sur des mortiers composés d'une partie d'agglomérant pour trois de sable normal, en poids. On place la pâte dans des moules en forme de 8; quand elle a fait prise, on la retire des moules et on conserve dans l'eau les briquettes ainsi formées. Au bout de sept jours, on fait un premier essai en rompant, à l'aide d'un appareil

Fig. 21. — Coupe des terrains exploités par l'Usine Romain-Loyer et Cie, montrant la disposition et la composition des gisements utilisés pour la fabrication des ciments de la région de Marseille.

spécial une série de briquettes; le deuxième essai se fait après vingt-huit jours. Quelquefois on commence à rompre des briquettes deux jours après leur fabrication[1].

Le sable normal employé pour la confection des mortiers est un sable spécial dont les grains fins ont été éliminés par un tamis de 144 mailles par centimètre carré et les gros grains par un tamis de 64 mailles par centimètre carré; on obtient ainsi un sable bien calibré et très régulier.

Les essais de résistance à la traction ne demandent qu'un matériel très simple et peu coûteux et peuvent être faits partout. Il n'en est pas de même des essais à la compression, qui nécessitent l'emploi d'appareils encombrants et d'un prix très élevé; aussi sont-ils exécutés seulement dans des laboratoires possédant un outillage complet. On écrase tantôt les briquettes qui ont été utilisées pour les essais à la traction ou bien des cubes de 50 centimètres carrés de surface.

Les résistances des divers produits hydrauliques sont très variables; le tableau III ci-dessus indique les résultats que l'on peut obtenir avec des chaux ou des ciments de bonne qualité.

Il est très important de savoir si le produit à employer ne gonfle pas après avoir fait prise; ce défaut très grave, dû à la présence, dans la chaux ou le ciment, de chaux non combinée et anhydre et provenant soit d'une extinction incomplète, soit d'un mauvais dosage, est presque toujours la cause des accidents qui se produisent dans les maçonneries, souvent très longtemps après leur confection.

L'essai destiné à renseigner sur ce point s'appelle *essai d'invariabilité de volume* ou *essai de déformation;* il s'exécute de diverses façons; le procédé le plus employé consiste à faire des galettes de pâte pure qui sont conservées sous l'eau; si, après 28 jours, ces galettes ne présentent aucune altération et aucun changement de forme, on considère que le produit essayé ne contient pas de matière susceptible de déterminer de gonflement: son volume est invariable.

Les gonflements sont accélérés et augmentés considérablement par l'action de la chaleur; aussi a-t-on songé depuis longtemps à maintenir les éprouvettes dans l'eau bouillante pour déceler plus rapidement la présence de la chaux libre. Ce procédé, préconisé par M. H. Le Chatelier, est loin d'être admis généralement; les fabricants y voient de nombreux inconvénients et ne le considèrent pas comme concluant; bien des raisons pour et contre ont été données, et il est encore assez difficile actuellement de se prononcer sur la valeur de cet essai; il est à remarquer, d'ailleurs, qu'il n'a été adopté dans aucun pays jusqu'à présent.

On peut reprocher aux essais que nous venons d'exposer brièvement de manquer de précision et de fournir des éléments de comparaison plutôt que des données positives. A part quelques essais, tels que la détermination de la finesse de mouture, du poids spécifique, l'analyse chimique, dont les résultats ne dépendent pas de l'habilité de l'opérateur, le tour de main joue trop souvent un rôle important, et c'est un inconvénient très sérieux, car les chiffres trouvés diffèrent souvent considérablement d'un laboratoire à un autre. La Commission d'Unification des Méthodes d'Essai des Matériaux de Construction, instituée par le Ministre des Travaux publics, a décrit minutieusement la manière d'exécuter les essais; ses indications seront très utiles et conduiront à une plus grande régularité et à une interprétation plus facile et plus juste des expériences sur les chaux et les ciments. Il est certainement à souhaiter que l'on trouve un procédé qui puisse donner sur la valeur des produits hydrauliques des renseignements précis et indiscutables; il y aurait aussi avantage à restreindre le nombre des essais, car aujourd'hui on ne peut arriver à se faire une opinion sur la qualité d'un produit qu'en réunissant les résultats

TABLEAU III. — **Résistance des Chaux et Ciments.**

	RÉSISTANCE PAR CENTIMÈTRE CARRÉ							
	Traction				*Compression*			
	PATE PURE		MORTIER 1 : 3		PATE PURE		MORTIER 1 : 3	
	7 jours	28 jours	7 jours	28 jours	7 jours	28 jours	7 jours	28 jours
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Chaux hydraulique	2.0	5.0	2.0	5.0	30.0	40.0	40.0	60.0
Ciment naturel (prompt)	12.0	18.0	8.0	12.0	100.0	150.0	80.0	120.0
Ciment artificiel	28.0	38.0	15.0	20.0	300.0	450.0	180.0	250.0

(1) Par suite de leur forme, les briquettes se rompent toujours à l'endroit où leur section est la plus petite; celle-ci est exactement de cinq centimètres carrés.

de plusieurs essais et en les comparant entre eux. Cependant, malgré toutes leurs imperfections, les moyens de contrôle que l'on possède actuellement peuvent rendre de grands services aux fabricants, en leur permettant d'assurer la régularité de leurs produits et, à ce titre, ils doivent s'attacher à les suivre et à les appliquer avec méthode.

VII. — Considérations sur les conditions d'exploitation des usines — comparaison avec l'étranger.

Par le rapide exposé que nous avons fait des principales usines, et malgré des omissions certainement très nombreuses, on aura pu se rendre compte de l'importance de l'industrie des chaux et des ciments. Nous avons à examiner maintenant de quelle manière les usines sont dirigées et à rechercher si les fabricants se préoccupent des progrès à réaliser et s'inspirent des recherches scientifiques faites sur leurs produits. La fabrication des chaux étant très simple et une usine pouvant se constituer à peu de frais, il en résulte que, très souvent, l'expérience acquise par la pratique, en dehors de toute connaissance technique, suffit pour diriger une usine de chaux quand la production n'est pas très grande. Mais, dès que l'installation prend une certaine extension, le fabricant a besoin de posséder des connaissances plus sérieuses; la nécessité de livrer des produits réguliers, tout en opérant sur des masses considérables, exige en même temps une grande expérience et des connaissances techniques assez étendues. La chaux, même lorsqu'elle est de qualité supérieure, se vend à un prix très réduit; il faut donc que l'industriel veille avec soin à éviter les manœuvres inutiles, à exécuter les transformations subies par le calcaire, depuis la carrière jusqu'à l'expédition de la chaux, avec le minimum de main-d'œuvre et avec des moyens simples et peu coûteux; il doit être, en outre, chimiste, pour pouvoir suivre la composition de la carrière et expérimenter les produits fabriqués, et mécanicien, pour entretenir et perfectionner son outillage.

Les fabriques de ciment naturel se trouvent à peu près dans les mêmes conditions que les usines de chaux, avec cette différence que l'exploitation des carrières est généralement plus difficile et doit être suivie de plus près; les installations mécaniques sont également un peu plus compliquées.

Dans les usines de ciment artificiel les difficultés sont plus grandes : il faut un personnel plus nombreux, un outillage plus compliqué, une force motrice beaucoup plus puissante; les mélanges demandent des soins tout particuliers, la cuisson et la mouture également; des connaissances approfondies de Chimie et de Mécanique sont ici indispensables. Dans les grandes usines de chaux, la direction est éclairée, et on ne néglige rien de ce qui peut assurer une fabrication irréprochable; les usines du Teil offrent à cet égard le meilleur exemple que l'on puisse citer. Mais il existe encore beaucoup trop d'usines où l'empirisme règne en maître et où les seules préoccupations sont d'éviter des dépenses de perfectionnements et d'arriver au plus bas prix de revient possible, sans s'inquiéter de la bonne qualité des produits. Il est vrai de dire, comme nous l'avons déjà fait remarquer, que les chaux ont une valeur marchande très réduite, ne laissant pas une grande marge aux bénéfices et obligeant à réduire au strict nécessaire les frais de personnel. Mais il suffirait que les fabricants, au lieu de repousser systématiquement toute idée de progrès, cherchassent à se rendre compte des améliorations qu'il leur serait possible de faire; celles-ci sont en général très simples et, sauf dans le cas d'installation tout à fait défectueuse, très faciles à appliquer. L'extinction, par exemple, est de toutes les opérations celle qui demande le plus de soins et qui, au contraire, est presque toujours peu soignée. Il y a longtemps que M. H. Le Chatelier a attiré sur ce point l'attention des fabricants en signalant les dangers d'une extinction imparfaite; à plusieurs reprises, il a indiqué la méthode à suivre pour améliorer cet état de choses et fait voir que l'on peut arriver à des résultats parfaits sans augmenter sensiblement les frais de fabrication.

Les fabricants de ciment, surtout de ciment artificiel, ont fait depuis quelques années des efforts très réels pour améliorer leurs usines et leurs produits; mais il y aurait beaucoup à faire encore de ce côté; il y a surtout une tendance fâcheuse de beaucoup de fabricants à lutter contre la concurrence à l'aide d'expédients plus ou moins heureux; ils ne paraissent pas se rendre compte que la confiance inspirée aux consommateurs par une fabrication soignée et régulière est le plus sûr élément de succès. C'est donc vers une perfection toujours plus grande des produits fabriqués, tout en s'efforçant d'abaisser normalement le prix de revient, que doivent tendre les fabricants qui se soucient moins de réaliser des bénéfices immédiats, mais éphémères, que d'assurer l'avenir de leur industrie. Pour cela, des études patientes sont nécessaires; il faut un personnel éclairé, se tenant au courant des recherches scientifiques et des progrès techniques de toutes sortes, réalisés soit en France, soit à l'Étranger.

Aucun exemple ne justifie mieux cette manière de voir et n'est plus concluant que l'extension prise par l'industrie du ciment en Allemagne. Nous avons dit que cette fabrication était encore peu développée il y a vingt ans à peine, tandis qu'aujourd'hui il existe en Allemagne plus de cent

usines produisant près de deux millions de tonnes de ciment. Non seulement les usines se sont multipliées, mais leurs produits sont, en général, excellents, et, sur plusieurs marchés d'exportation, ils font prime et prennent la place des ciments anglais. Mais, dans les usines allemandes, le directeur est toujours un spécialiste ayant des connaissances techniques très étendues ; à côté de lui, même dans les usines de moyenne importance, il y a un chimiste ayant à sa disposition un laboratoire bien outilié. Dans les grandes usines, on trouve, en dehors du chimiste, des ingénieurs chargés spécialement des fours, d'autres des appareils de mouture ; les contremaîtres eux-mêmes sont instruits et n'ont pas, comme dans beaucoup d'usines françaises, un profond mépris pour tout ce qui est science et théorie.

A côté de cette organisation puissante des usines, l'Association des fabricants allemands vient centraliser, pour ainsi dire, les recherches, et, tous les ans, des rapports sur les questions les plus intéressantes, étudiées par divers fabricants, sont lus à la réunion de l'Association. Ces travaux, mis ainsi en commun, ont contribué beaucoup à la prospérité de cette industrie et lui ont permis de faire des progrès rapides.

En raison du grand nombre d'usines, il s'est créé un personnel d'ingénieurs et de docteurs qui, à la sortie de l'École ou de l'Université, ont étudié spécialement la fabrication du ciment soit dans les usines, soit chez les techniciens qui s'occupent exclusivement de cette industrie et qui possèdent des laboratoires d'essais et de recherches.

Si nous comparons aux usines allemandes les usines anglaises, nous ferons encore davantage ressortir la supériorité de la direction scientifique sur la routine. En Angleterre, aucun progrès sérieux n'a été réalisé dans la fabrication du ciment: quelques grandes usines ont bien fait des tentatives pour apporter des améliorations soit dans les fours, soit dans les appareils de mouture ; mais, en ce qui concerne la qualité du produit fabriqué, on s'en soucie fort peu, et l'on estime que le ciment était trouvé très bon il y a vingt ans et qu'il n'y a aucune raison de chercher à faire mieux maintenant. Aussi les fabricants déclarent-ils eux-mêmes qu'ils n'ont pas besoin de laboratoire ; au lieu d'un essai chimique qui, en moins d'une heure, leur donnerait un résulat précis, ils préfèrent recourir, quand ils doivent déterminer les proportions des mélanges de craie et d'argile, à un essai de fabrication à petite échelle qui leur demande huit jours. Il n'est pas nécessaire de démontrer les résultats funestes de pareils errements : la dépréciation des ciments anglais en a été la conséquence ; l'importance des usines diminue, les prix s'avilissent, les débouchés se ferment, et les usines allemandes enlèvent aux Anglais leurs meilleurs clients.

Nous ne saurions trop insister sur ces exemples, car ils sont de nature à éclairer les fabricants et à leur faire voir nettement de quel côté ils doivent diriger leurs efforts. Les guides, d'ailleurs, ne manquent pas ; les travaux si remarquables de M. H. Le Chatelier ont donné, sur la constitution et les propriétés des produits hydrauliques, des indications précises ; les recherches poursuivies dans les laboratoires de l'Administration des Ponts et Chaussées peuvent fournir des renseignements très utiles. Est-il nécessaire de rappeler que les découvertes de Vicat ont eu pour point de départ des essais de laboratoire? Des expériences exécutées avec méthode et des déductions purement théoriques des phénomènes observés ont suffi pour créer une grande industrie, et, *en quelques années, Vicat a pu obtenir un résultat que la pratique seule pendant des siècles avait été impuissante à laisser même entrevoir.*

La place est encore grande pour les perfectionnements, bien des questions restent douteuses, et, dans bien des cas, on en est réduit aux hypothèses ; des recherches sur la cuisson, la mouture, l'extinction, l'influence du silotage, etc., peuvent conduire à de nombreuses améliorations ; la résistance des mortiers à l'eau de mer, aux variations de température, les phénomènes de prise, la constance de volume, sont autant de sujets d'études présentant le plus grand intérêt.

A côté des efforts que l'on est en droit de demander aux industriels, il ne faut pas oublier que tous ceux qui utilisent, dans les constructions, les produits hydrauliques, doivent avoir sur les progrès de la fabrication des chaux et des ciments une influence non moins importante. Aiguillonnés sans cesse par la concurrence, les fabricants peuvent être entraînés à sacrifier la qualité de leurs produits à l'abaissement du prix de revient ; il appartient aux Ingénieurs des Ponts et Chaussées, des Chemins de fer, aux Officiers du Génie, aux Architectes, de réagir contre ces tendances en exerçant sur les livraisons un contrôle constant et éclairé. Les conditions de réception, tout en ne soumettant pas le fabricant à des exigences qui ne seraient pas justifiées, doivent l'obliger à suivre de très près sa fabrication. L'absence de contrôle laisse le champ libre aux produits de qualité inférieure qui, à la faveur du bas prix, envahissent le marché et paralysent les fabricants soucieux de bien faire. Si les fournitures sont surveillées attentivement, il en résulte une émulation salutaire entre les usines concurrentes qui, sachant que leurs efforts peuvent être appréciés, n'hésitent pas à faire des sacrifices pour maintenir leur réputation.

Ce contrôle des produits fabriqués nécessite des études sérieuses et ne peut être réellement efficace que si les constructeurs ont la possibilité de s'adresser à des laboratoires bien outillés et bien dirigés. Ici encore, c'est à l'Étranger que nous devons chercher des exemples. En Allemagne, en Suisse, en Autriche, en Russie, des laboratoires officiels sont à la disposition des fabricants et des ingénieurs; tous les essais sur les produits hydrauliques peuvent y être exécutés; on y fait, en outre, des recherches spéciales destinées à éclairer les fabricants et les consommateurs. Le type le plus parfait de ces laboratoires est celui de M. Tetmayer à Zurich; c'est à lui que l'on doit en grande partie le grand développement pris par la fabrication du ciment en Suisse depuis une dizaine d'années.

En France, il existe bien de nombreux laboratoires établis principalement par des Ingénieurs des Ponts et Chaussées qui ont eu à diriger de grands chantiers; des recherches extrêmement intéressantes y ont été faites, et les travaux de MM. Alexandre à Dieppe, Coustolle à la Rochelle, Guérard à Marseille, pour n'en citer que quelques-uns, ont été d'une utilité incontestable. Les laboratoires de Calais et celui de Boulogne, dirigé actuellement par M. Feret, et créés par MM. Guillain et Vétillart, ont donné à la fabrication du ciment dans le Boulonnais une impulsion décisive; le cahier des charges type, élaboré par M. Guillain, a eu sur cette industrie l'influence la plus heureuse. Enfin, MM. Durand-Claye et Debray se sont attachés à maintenir le laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées au niveau de tous les progrès et à perfectionner sans cesse les procédés d'essais [1]. Nous devons encore mentionner le laboratoire de la Ville de Paris, qui exerce un contrôle constant sur les ciments et les chaux employés dans les travaux de la Ville, et le laboratoire établi par le Service du Génie militaire à Boulogne-sur-Mer.

Mais tous ces laboratoires ne rendent pas les mêmes services à l'industrie que ceux de Zurich, de Berlin ou de Vienne; ils sont, en effet, destinés à éclairer les administrations qui les ont institués, et ils se trouvent fermés aux industriels qui, généralement, ignorent les recherches que l'on y fait et ne connaissent même pas toujours les résultats des essais exécutés sur leurs propres produits.

Un laboratoire central auquel tous les fabricants pourraient avoir recours, soit pour demander des conseils, ou enfin pour trancher des différends dans la réception des livraisons, rendrait des services considérables à l'industrie des chaux et des ciments.

On devrait évidemment demander le paiement des essais, comme cela se pratique à l'Étranger; mais les intéressés l'accepteraient d'autant plus volontiers qu'ils se sentiraient ainsi plus à l'aise pour s'adresser au laboratoire.

Le laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, par l'autorité et la compétence de ses directeurs, par l'outillage très complet qu'il possède déjà et par sa situation, est tout indiqué pour remplir ce rôle de Station Centrale d'Essais, dont la création serait certainement accueillie avec la plus grande satisfaction.

S'il nous était permis de formuler un vœu à ce sujet, nous l'adresserions à M. Guillain, qui a rendu à l'industrie des chaux et des ciments les plus éminents services, et qui aurait ainsi un nouveau titre à la reconnaissance des fabricants.

Comme conséquence de l'institution d'un Laboratoire Central, on pourrait espérer que les fournitures de ciment et de chaux seraient soumises à un contrôle plus sérieux. Dans la plupart des grands chantiers, les livraisons sont examinées avec attention, et des cahiers des charges précis indiquent les essais à exécuter; mais il est loin d'en être ainsi dans une foule de constructions publiques ou particulières qui, sans avoir l'importance des travaux des ports, par exemple, exigent cependant l'emploi de matériaux de bonne qualité. Généralement, l'ingénieur ou l'architecte se contentent d'imposer des produits dont la réputation est bien établie, à l'exclusion de tous autres, ce qui les dispense de tout examen; très souvent même, on se borne à indiquer la provenance sans indication de marques. Les inconvénients de pareils procédés n'ont pas besoin d'être démontrés; la renommée d'une usine, bien qu'elle constitue une garantie, n'est pas suffisante pour négliger de contrôler ses fournitures. D'autre part, des usines plus récentes, mieux outillées et fabriquant dans de meilleures conditions, peuvent se voir dans l'impossibilité de placer leurs produits si l'on se refuse *à priori* à les examiner, sous prétexte qu'ils ne sont pas connus, et l'on paralyse ainsi la concurrence, l'initiative et le progrès; enfin, des ciments ou des chaux ne sont pas nécessairement de bonne qualité s'ils proviennent d'une région où il existe des usines réputées, et, si l'on soumettait bien des produits acceptés comme bons à un examen sérieux, on serait certainement frappé du grand nombre de ceux qui devraient être considérés comme absolument défectueux.

Cet état de choses ne pourra se modifier que le jour où les produits hydrauliques seront mieux connus; il faut reconnaître, en effet, que bien peu de directeurs de travaux ont des notions exactes, mêmes sommaires, sur les chaux et les ciments, et

[1] M. Debray a beaucoup contribué à faire connaître l'état d'avancement de ces questions à l'étranger, notamment par ses études sur les conférences de Dresde, Berlin et Munich, et sur les laboratoires de Berlin et de Zurich.

peuvent, par conséquent, apprécier leur valeur. Quelques essais simples, mais suffisants dans bien des cas, permettraient d'éliminer beaucoup de produits de mauvaise qualité, et l'on verrait bientôt la fabrication s'améliorer très sensiblement, surtout pour les chaux, qui ne sont, pour ainsi dire, jamais soumises à la moindre épreuve. Ce résultat serait atteint rapidement si, dans l'enseignement, on attachait plus d'importance aux matériaux de construction et si, dans les cours et dans les examens, on donnait une place plus grande aux produits hydrauliques, trop délaissés actuellement.

Dans ce qui précède, nous avons eu en vue surtout les moyens propres à donner aux produits fabriqués une plus grande perfection : il est évident que cette préoccupation, bien qu'elle doive conserver la première place, ne fera pas négliger au fabricant tout ce qui peut simplifier son outillage et diminuer ses frais de fabrication. Dans cet ordre d'idées les points sur lesquels des économies sont à réaliser dans les usines actuelles sont : la main-d'œuvre, le combustible et la mouture. La main-d'œuvre sera d'autant plus réduite que l'on évitera les transports inutiles, que l'on emploiera des appareils mécaniques, vis, courroies, élévateurs, etc., toutes les fois que cela sera possible; l'agencement général de l'usine a ici une importance capitale. Il y aurait, en général, beaucoup d'améliorations à faire dans la cuisson des chaux et des ciments, et c'est sur les fours que les études peuvent être surtout fructueuses. En Allemagne, cette question a été l'objet de recherches approfondies qui ont conduit à des résultats pratiques très intéressants; la consommation de combustible pour la cuisson et le séchage, qui était de 400 à 500 kilos par tonne de ciment, il y a quelques années, a été réduite à 200 et 250 kilos; certaines usines même ne dépensent que 160 à 180 kilos.

Les bénéfices à réaliser sur la mouture ne peuvent pas être aussi élevés, car les procédés actuellement employés sont assez perfectionnés, au moins dans les grandes usines. Dans les fabriques de ciment, on utilise à peu près exclusivement les meules; dans les usines de chaux, le broyeur Morel est employé assez fréquemment pour la mouture des grappiers. A l'étranger il y a une tendance à supprimer les meules pour les remplacer par des broyeurs à boulets, mais ceux-ci sont encore très discutés.

VIII. — Conditions économiques.

1. *Production, Débouchés et Concurrence étrangère.* — Le développement de la fabrication des chaux et des ciments en France est dû principalement aux grands travaux exécutés depuis une cinquantaine d'années pour la construction des ports, des canaux, des chemins de fer, etc. Les nombreux gisements de pierres propres à la fabrication de la chaux hydraulique, indiqués par Vicat, ont permis de maintenir cette industrie constamment en mesure de suffire à tous les besoins. Sauf dans la région du Nord et du Nord-Est, aucune chaux étrangère n'a été importée en France; les chaux belges de Tournai sont employées dans les départements du Nord et jusqu'à Paris et Rouen; fabriquées dans des conditions toutes particulières permettant d'obtenir un prix de revient extrêmement réduit, ces chaux arrivent par canaux et se vendent à très bon marché : les usines de la Marne et de l'Aube ne peuvent pas lutter contre elles, bien que leurs produits puissent être, bien souvent, considérés comme supérieurs. Il est regrettable que, dans les grands travaux de l'État, tout au moins, on continue à employer les chaux belges; il y aurait certainement une augmentation de dépenses en réservant ces fournitures à l'industrie française, mais elle serait largement compensée par le surcroît d'activité donné à nos usines.

Si, dans le Nord, nous recevons de la chaux de l'étranger, par contre, dans le Midi, nous en exportons de grandes quantités. Les expéditions se font principalement par les ports de Marseille et de Cette. Les usines de cette région trouvent d'importants débouchés dans les colonies françaises, puis en Orient, dans l'Amérique du Sud et jusqu'en Australie.

Dans toute l'Europe, c'est la France qui produit le plus de ciment naturel à prise rapide, et, pendant longtemps, elle a eu pour ainsi dire le monopole de cette fabrication; aussi, l'exportation de ce ciment a-t-elle été toujours assez active. Les principaux débouchés étaient la Suisse et l'Italie, l'Allemagne, puis l'Orient. Mais, depuis quelques années, la Suisse et l'Italie produisent aussi des ciments naturels, et, grâce à des droits excessifs, mettent des obstacles sérieux à l'entrée des ciments français; l'exportation n'a pas été atteinte encore très sérieusement, mais elle a diminué dans des proportions assez sensibles, et il est à prévoir qu'elle continuera à décroître; le marché d'Orient reste ouvert aux ciments de Marseille, qui s'expédient aussi en Tunisie, en Égypte, dans l'Amérique du Sud.

Il y a peu d'années que nous ne sommes plus tributaires de l'étranger pour les fournitures de ciment Portland. Jusqu'en 1880, on peut dire que les usines anglaises fournissaient la plus grande partie du ciment consommé en France. Ce fut seulement en 1885 que, sur l'initiative de M. Guillain, les usines anglaises ne furent plus admises à soumissionner pour les travaux de l'État; dès lors, les

usines françaises purent se développer et elles prirent rapidement de l'extension. Les ciments étrangers ont maintenant disparu à peu près complètement et les ciments du Boulonnais commencent à s'exporter. Les débouchés sont toutefois assez restreints; les principaux sont maintenant les colonies françaises et surtout l'Indo-Chine, puis l'Espagne et le Portugal, l'Amérique du Sud. Les Etats-Unis, qui importent chaque année près de 500.000 tonnes de ciment Portland, reçoivent très peu de ciments français; il y aurait là, pour nos usines, un champ très vaste à exploiter; on peut en dire autant pour le Canada.

En ce qui concerne la concurrence étrangère sur les marchés d'exportation, les usines françaises ne se trouveraient pas, en général, dans des conditions défavorables si les difficultés de transport ne les mettaient trop souvent dans un état d'infériorité manifeste. Les usines allemandes et belges bénéficient d'une main-d'œuvre un peu moins élevée et de prix de charbon très bas, mais leur grand avantage sur nous consiste surtout dans les facilités qu'elles trouvent à l'expédition de leurs produits. Tarifs très réduits de chemin de fer vers les ports; voies navigables bien outillées, ports fréquentés par de nombreux steamers de lignes régu-

Fig. 22. — *Répartition de l'Industrie des Chaux hydrauliques et des Ciments en France, avec indication de son importance relative suivant les régions.* — Dans chaque cercle, le demi-millimètre carré correspond à une production annuelle de 10.000 tonnes. (Sur cette carte est aussi représenté le système des canaux susceptibles de servir au transport).

lières et par des voiliers ayant besoin de fret de sortie, tout se trouve réuni, en Allemagne et en Belgique, pour favoriser l'exportation.

En France, nous n'avons guère que le port de Marseille qui permette d'exporter dans des conditions avantageuses ; les ports de la Manche et de l'Océan sont loin de présenter les ressources suffisantes pour que nous puissions lutter contre les usines étrangères. Les grandes lignes françaises

TABLEAU IV. — CHAUX. — Quantités de chaux importées et exportées en 1891.

IMPORTATIONS	
Pays de provenance	
Allemagne	25.673
Belgique	191.940
Suisse	3.132
Autres pays	106
	220.851
EXPORTATIONS	
Pays d'entrée	
Allemagne	8.569
Belgique	1.763
Portugal	4.233
Espagne	19.473
Suisse	34.427
Grèce	14.957
Turquie	6.728
Egypte	7.086
Mexique	2.436
Algérie	41.118
Tunisie	6.007
Autres pays	7.910
	154.707

de navigation demandent des prix inabordables et ne peuvent être utilisées que dans des cas particuliers ; il faut, presque toujours, s'adresser en Angleterre pour avoir du fret par vapeur à des

TABLEAU V. — CHAUX. — Importations et Exportations avec indication des points par où les chaux sont entrées en France ou en sont sorties (voir fig. 23).

POINTS D'ENTRÉE OU DE SORTIE	1893		1894	
	EXPORTATIONS	IMPORTATIONS	EXPORTATIONS	IMPORTATIONS
Hazebrouk à Charleville	1.508	183.649	1.363	188.429
Longwy à Pontarlier	8.353	54.522	9.318	59.071
Bellegarde à Modane	35.452	80	41.351	100
Nice à Perpignan	107.532	27	115.708	73
Bayonne à Saint-Nazaire	1.654	28	3.085	»
Brest à Dunkerque	460	413	445	442
TOTAUX	154.959	238.730	171.272	248.115

prix raisonnables ; mais les vapeurs doivent faire escale dans les ports français et demandent des suppléments de fret, que n'ont pas à payer les usines anglaises. Dans les ports d'Anvers, de Rotterdam, de Hambourg, outre les vapeurs des lignes régulières, qui sont très nombreuses, on trouve de grandes quantités de voiliers qui ar-

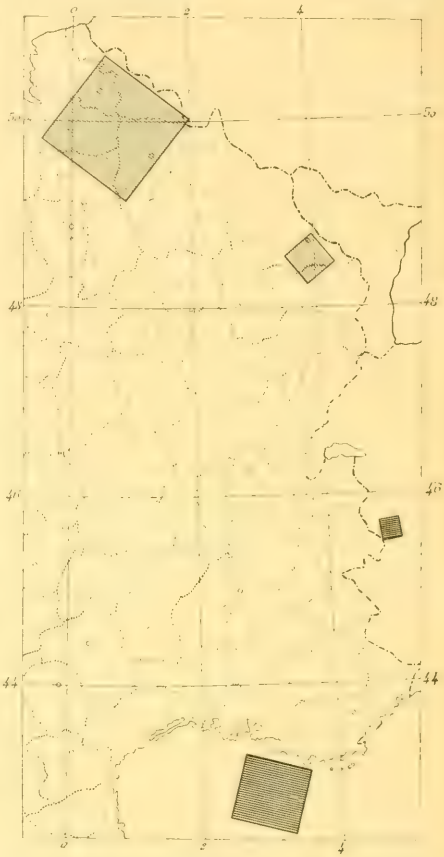


Fig. 23. — *Importation et exportation des Chaux en* 1894. — 1 m/m correspond à 10.000 tonnes. (Les carrés les plus foncés se rapportent à l'exportation.)

rivent de tous les points du monde et qui acceptent des frets extrêmement réduits, parce qu'ils prennent le ciment comme lest. Les tableaux IV à VII, et les figures 23, 24 et 25 résument les mouvements des importations et des exportations depuis quelques années.

L'examen des chiffres de ces tableaux fait voir que, si les importations de ciment diminuent légèrement, nos exportations diffèrent peu en 1894 et en 1891 ; il y a une légère augmentation pour les chaux. Mais le fait le plus frappant est la quantité considérable de chaux importée en France, quantité dont l'accroissement paraît suivre chaque année une marche constante. Ainsi, nous voyons

que, fabriquant moins de ciment que plusieurs pays voisins, nous en exportons cependant autant

TABLEAU VI. — **CIMENTS.** — Importations et Exportations avec indication des pays qui importent leurs produits en France et de ceux qui reçoivent nos ciments.

PAYS DE PROVENANCE	IMPORTATIONS 1891	1892	1893	1894
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Belgique	14.072	12.658	10.548	»
Angleterre	7.845	3.472	3.492	»
Espagne	1.535	895	768	»
Suisse	»	»	281	»
Autres pays	2.555	1.144	1.712	»
TOTAUX	26.007	18.161	16.801	14.235
PAYS D'ENTRÉE	**EXPORTATIONS**			
Russie	5.487	4.530	6.565	»
Allemagne	6.139	4.675	5.571	»
Portugal	9.586	4.281	6.267	»
Espagne	28.049	32.918	34.086	»
Italie	22.943	18.166	18.527	»
Suisse	17.910	11.452	13.822	»
Roumanie	»	4.552	4.369	»
Turquie	11.488	16.242	17.238	»
Egypte	»	5.120	6.077	»
Brésil	12.471	6.709	5.765	»
Algérie	23.036	16.835	18.215	»
Tunisie	5.893	6.333	6.949	»
Indo-Chine	»	5.560	8.523	»
Autres pays	38.411	15.542	22.868	»
TOTAUX	181.414	152.915	174.848	185.128

que de la chaux, dont la production est chez nous beaucoup plus importante que dans aucune autre

TABLEAU VII. — **CIMENTS.** — Importations et exportations avec indication des points par où les ciments sont entrés en France ou en sont sortis (Voir fig. 24 et 25).

POINTS D'ENTRÉE OU DE SORTIE	1893 EXPORTATIONS	1893 IMPORTATIONS	1894 EXPORTATIONS	1894 IMPORTATIONS
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Hazebrouk à Charleville	1.472	10.546	6.672	10.320
Longwy à Pontarlier	6.906	383	7.569	295
Bellegarde à Modane	22.090	18	27.210	16
Nice, Marseille, Cette, Perpignan	100.571[1]	203	116.278[2]	135
Bayonne à Saint-Nazaire	3.987	1.256	4.144	1.393
Brest à Dunkerque	39.822[3]	5.804	23.248[4]	2.077
TOTAUX	174.848	18.210	185.121	14.234

[1] Marseille, 86.276 tonnes.
[2] Marseille, 103.101 tonnes.
[3] Boulogne, 36.617 tonnes.
[4] Boulogne, 20.742 tonnes.

contrée, et, tandis que l'importation du ciment est très restreinte, celle de la chaux dépasse de beaucoup l'exportation. Comme résultat économique de cette situation, nous pouvons constater que, d'après la statistique de 1891, la valeur des chaux exportées s'est élevée à 3.171.495 francs, tandis que nous en avons acheté à l'Étranger pour 6.294.285 francs; la même année, nous avions vendu pour 8.708.995 francs de ciment à l'exportation, et la valeur du ciment importé n'était que de 1.248.336 francs. Ces chiffres doivent être à peu près les mêmes en 1894; le commerce des ciments

Fig. 24. — *Exportation de Ciments dans la région du Pas-de-Calais.*

paraît donc être beaucoup plus prospère que celui des chaux; toutefois, il faut remarquer que le ciment exporté est, en très grande majorité, du ciment naturel à prise rapide, l'exportation totale

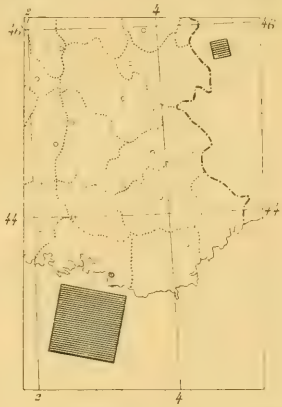


Fig. 25. — *Exportation des Ciments du Dauphiné et de la Provence.*

étant de 185.121 tonnes en 1894; les sorties par les ports de Marseille et de Cette sont, à elles seules, en effet, de 110.901 tonnes; or cette région produit très peu de ciment Portland; celui-ci s'exporte à peu près uniquement par le port de Boulogne, et on voit que les sorties par ce port n'ont jamais atteint 40.000 tonnes par an.

La statistique des importations et des exportations donne des indications intéressantes sur les résultats du nouveau régime douanier; si l'importation du ciment diminue depuis 1891, les droits de douane y sont pour peu de chose; l'abaissement des prix de vente éloigne beaucoup plus les ciments étrangers. Par contre, ces droits n'ont eu aucune influence sur l'importation considérable

des chaux belges en France; la conclusion serait donc que les droits devraient être augmentés sur les chaux; mais peut-être serait-il préférable de renoncer à toute protection et de chercher à obtenir la diminution des droits qui frappent nos produits à leur entrée dans certains pays et qui sont, pour n'en citer que quelques-uns, de 20 francs par tonne en Russie, de 12 francs en Italie, de 7 francs en Suisse. On pourrait donner ainsi à notre commerce d'exportation une plus grande extension et favoriser d'une manière certaine le développement de cettte branche de l'industrie nationale.

La nécessité pour nos fabricants de rechercher des débouchés à l'exportation commence d'ailleurs à se faire sentir; l'excès de production a déterminé dans certaines régions un abaissement très sensible du prix de vente. Il y a quinze ans à peine, la chaux se vendait 20 à 30 francs à l'usine, et le ciment Portland 50 francs la tonne. Aujourd'hui, les prix des chaux les plus estimées varient de 12 à 15 francs à l'usine, et les ciments Portland valent 30 à 35 francs. Les ciments naturels se vendent 15 à 20 francs dans la région de Vassy, et 25 à 30 francs dans l'Isère. On conçoit d'ailleurs que cette industrie soit soumise à des fluctuations nombreuses, la consommation étant très variable selon qu'il y a pénurie de travaux ou que plusieurs grands chantiers viennent à s'ouvrir. L'exportation serait le régulateur qui permettrait l'écoulement des produits pendant les années de crise en évitant l'avilissement des prix.

2. *Voies de transport.* — Les transports des ciments et des chaux se font généralement par la voie ferrée. Les usines du Boulonnais et de l'Isère ne peuvent pas utiliser les canaux ; par contre, les ciments de Boulogne s'expédient par mer sur toutes les côtes de l'Océan et de la Manche à des prix très réduits.

Les transports par eau sont employés surtout par les usines du Teil, celles de Beffes, de l'Aube, de la Marne; par les usines de ciment de Vassy, de Pouilly, par celles de Frangey et de Pont-à-Vendin (voir la carte, fig. 22).

Il existe peu d'usines utilisant l'eau comme force motrice, presque toutes se servent de moteurs à vapeur. Les combustibles employés, aussi bien pour les machines que pour la cuisson, sont en très grande majorité de provenance française. Autrefois, les usines du Boulonnais s'approvisionnaient en partie en Angleterre et en Belgique; mais, depuis quelques années, grâce aux réductions de prix des tarifs de chemin de fer, les mines du Pas-du-Calais fournissent à peu près exclusivement les usines du Boulonnais.

Le combustible employé pour la cuisson est le coke ou le charbon maigre. On peut estimer à 300.000 tonnes au moins la quantité de combustible consommée par les fabriques de chaux et de ciment.

3. — *Situation des Ouvriers.* — Les ouvriers employés dans les usines de chaux et de ciments sont, en majorité, des manœuvres ; les ouvriers spéciaux sont peu nombreux : quelques chefs cuiseurs et quelques meuniers suffisent, même dans les usines très importantes. Bien que les ouvriers soient exposés presque constamment à la poussière, ils n'en sont pas très incommodés ; la poussière de chaux présente cependant quelques inconvénients et tous les ouvriers n'y résistent pas très bien. La poussière de ciment ne paraît avoir aucune influence sur la santé des ouvriers et, dans certaines usines, on en voit qui depuis vingt ou trente ans passent toute la journée dans une atmosphère saturée de poussière, et ne s'en ressentent nullement.

Il serait avantageux, surtout dans les fabriques de chaux, de débarrasser les ateliers de la poussière ; le bien-être des ouvriers doit être recherché non seulement dans un but humanitaire, mais dans l'intérêt même du travail produit, qui est plus considérable si l'ouvrier se trouve dans de bonnes conditions hygiéniques. En Allemagne, les usines sont toujours pourvues de ventilateurs qui enlèvent les poussières.

Dans toutes les usines les ouvriers sont assurés contre les accidents, soit par le fabricant lui-même, soit par des compagnies. Aux usines du Teil on s'est préoccupé depuis longtemps d'améliorer les conditions matérielles et morales des ouvriers et diverses institutions de prévoyance ont été créées. La sollicitude de MM. Pavin de Lafarge pour leur personnel a eu les plus heureux résultats et il est à désirer que cet exemple soit suivi par toutes les grandes usines, dans lesquelles on devrait s'intéresser davantage aux ouvriers en multipliant les mesures qui peuvent les mettre à l'abri des chômages. Les ouvriers sont d'autant plus dignes d'intérêt qu'ils sont presque tous dociles et assidus au travail ; les grèves sont extrêmement rares dans les fabriques de chaux et de ciment.

L'étude que nous venons de faire sur l'état de la fabrication des chaux et des ciments en France est, nous le craignons, bien incomplète ; nous espérons cependant avoir fait voir que cette industrie, par le nombreux personnel qu'elle occupe, par les matières premières qu'elle met en œuvre, par ses transactions, contribue dans une large part à la prospérité nationale. Auxiliaire des ingénieurs

qui, depuis le commencement de ce siècle, ont exécuté tant de travaux remarquables, son histoire est liée au développement de nos ports, de nos canaux, de nos chemins de fer ; par les services qu'elle a ainsi rendus, par la valeur qu'elle donne aux produits de notre sol, par son origine, c'est une industrie essentiellement française. Elle a encore bien des progrès à réaliser, et nous y avons insisté longuement ; il est permis cependant d'espérer que, dans un avenir prochain, elle pourra être comparée, comme précision et perfection, à nos grandes industries métallurgiques et chimiques.

Mais la marche en avant ne peut se maintenir que si les débouchés restent assurés, et si la lutte sur le terrain économique ne vient pas retarder des perfectionnements qui ne sont possibles que dans les périodes de prospérité. Les fabricants doivent, avant tout, compter sur leur initiative et leurs efforts pour ne pas laisser péricliter leurs usines ; il n'est pas toutefois inutile de demander aux pouvoirs publics de leur venir en aide en activant l'ouverture des grands chantiers et en facilitant tous les moyens propres à développer l'exportation.

E. Candlot.

Principaux ouvrages à consulter sur les chaux hydrauliques et les ciments.

H. Le Chatelier. — Recherches expérimentales sur la constitution des produits hydrauliques. *Annales des Mines*, mai-juin 1887.

H. Le Chatelier. — Procédés d'essais des matériaux hydrauliques. *Annales des Mines*, septembre-octobre 1893.

H. Le Chatelier. — Constitution chimique des Produits hydrauliques. *Revue génér. des Sciences*, janvier 94.

Catalogue des échantillons de matériaux de construction réunis par les soins du Ministère des Travaux publics (Exposition universelle de 1878). Paris, Dunod 1878.

A. Gobin. — Étude sur la fabrication des chaux hydrauliques dans le bassin du Rhône. *Annales des Ponts et Chaussées*, octobre 1887.

A. Gobin. — Etude sur la fabrication et les propriétés des ciments de l'Isère. *Annales des Ponts et Chaussées*, juin 1889.

Prost. — Note sur la fabrication et les propriétés des ciments de laitier. *Annales des Mines*, juillet-août 1889.

Castanheira das Neves. — Estudos sobre cimentos estrangeros importados em Portugal. *Revista de obras Publicas Minas*, juillet-août 1894.

R. Féret. — Notes sur diverses expériences concernant les ciments. *Annales des Ponts et Chaussées*, mars 1890.

R. Féret. — Sur la compacité des mortiers hydrauliques. *Annales des Ponts et Chaussées*, juillet 1892.

Camerman. — Les ciments Portland et les ciments de laitier. Gand, A. Hoste, 1892.

Durand-Claye. — Chimie appliquée à l'art de l'ingénieur. Paris, Baudry et Cie, 1885.

Turgan. — Les grandes usines. Société J. et A. Pavin de Lafarge, août 1889.

P. Alexandre. — Recherches expérimentales sur les mortiers hydrauliques. *Annales des Ponts et Chaussées*, septembre 1890.

H. Bonnami. — Fabrication et contrôles des chaux hydrauliques et des ciments. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1888.

E. Candlot. — Ciments et chaux hydrauliques. Paris, Baudry et Cie, 1891.

P. Debray. — Laboratoires de l'École des Ponts et Chaussées. Note sur leurs origines, leurs installations, les appareils et méthodes d'essai employés et leurs travaux. Paris, Imprimerie Nationale, 1891.

P. Debray. — Institut royal d'essais mécaniques techniques de Berlin, Charlottenbourg. Rapport dressé à l'aide de renseignements communiqués par M. le Pr Martens, directeur de cet Institut, Paris, 1891.

P. Debray. — L'Institut fédéral Suisse d'essais sur les matériaux. Rapport dressé à l'aide des documents et des renseignements communiqués par M. le Pr Tetmayer, directeur de cet Institut. Paris, 1891.

P. Debray. — Note sur les conférences tenues pour l'unification des méthodes d'essais des matériaux de construction à Munich, les 22, 23 et 27 septembre 1884, à Dresde les 20 et 21 septembre 1886 ; à Berlin les 19 et 20 septembre 1890. Paris, 1891.

P. Alexandre. — Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction. Rapport général sur les matériaux autres que les métaux. Paris, Rothschild, 1894.

E. C.

LA MORPHOLOGIE PHYSIOLOGIQUE

DE LA MARCHE DE L'HOMME

Un homme qui marche fait mouvoir ses jambes de manière à placer alternativement ses pieds l'un devant l'autre sur le sol.

Si l'on veut mettre quelque clarté dans une étude sur la marche, il faut d'abord nettement définir ce qu'on entend par *pas*, la marche, après tout, n'étant qu'une succession de pas. Or, qu'est-ce qu'un pas ? Littré nous dit qu'un pas, c'est l'action de mettre un pied l'un devant l'autre pour marcher. On désigne aussi par pas, l'espace qui se trouve compris d'un pied à l'autre quand on marche. Ainsi, dans le langage ordinaire, un pas est constitué par la série des mouvements qui se produisent entre le déplacement d'un pied et celui de l'autre pied. M. Marey a fait très justement remarquer qu'au point de vue scientifique, cette définition devait être étendue, et qu'il fallait désigner par *pas* la série des mouvements qui s'exécutent entre deux positions semblables d'un même pied, de sorte que le pas de M. Marey correspond à deux pas du langage ordinaire : c'est un *double pas* (fig. 1). J'accepte la définition de M. Marey ; mais je crois préférable de conserver le nom de *double pas*, qui a l'avantage de ne rien changer à la signification généralement

admise, et par suite ne saurait prêter à aucune confusion.

Donc, c'est le double pas que nous devons considérer.

Le double pas est exécuté par chaque membre non plus successivement, mais simultanément, de manière que le double pas droit, par exemple, empiète sur le double pas gauche de la moitié de sa longueur ou d'un pas, et réciproquement (fig. 1).

Il est nécessaire, pour la commodité de la description, de distinguer plusieurs phases dans le double pas :

Il est un moment où, les deux jambes étant écartées à la manière d'un compas, les deux pieds reposent à la fois sur le sol, l'un par le talon, l'autre par la pointe. C'est la *période de double appui* (fig. 2).

Puis, le pied qui est en arrière quitte le sol pour se porter en avant. A ce moment le corps ne repose plus que sur un pied ; c'est la *période d'appui unilatéral*. Cette période est beaucoup plus longue que la première.

La marche se compose donc d'une succession de doubles appuis et d'appuis unilatéraux alternativement droits et gauches.

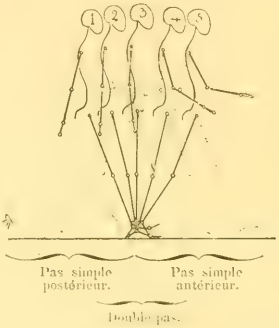


Fig. 1. — *Un double pas.* — La jambe portante est figurée par des traits pleins. La jambe oscillante est représentée par un trait pointillé.

Dans la phase d'appui unilatéral, une des jambes, celle qui porte sur le sol (ou jambe portante), exécute dans son ensemble un mouvement de rotation dont le centre est au pied et la circonférence à la hanche, pendant que la jambe qui se meut (ou jambe oscillante) décrit un mouvement analogue, mais en sens opposé, le centre de rotation se trouvant à la hanche. Mais il faut ajouter que ce dernier centre subit en même temps un déplacement en avant, conséquence du mouvement de la jambe portante.

Dans ce double mouvement qu'exécutent simultanément la jambe portante et la jambe oscillante, il arrive un moment où la jambe portante passe par la verticale, la jambe oscillante la croisant, vers ce même moment, pour devenir antérieure, de postérieure qu'elle était. Ce moment, que je désignerai sous le nom de *moment de la verticale*, nous servira pour diviser la période d'appui unilatéral en deux phases : une première phase, ou *pas postérieur*, est celle qui précède le moment de la verticale. Dans cette phase le membre portant est oblique en haut et en arrière, le membre oscillant est postérieur. La deuxième phase, ou *pas antérieur*, est celle qui suit le moment de la verticale : la jambe portante est oblique en sens inverse, c'est-à-dire en haut et en avant, et la jambe oscillante est antérieure.

Ainsi donc, ces diverses phases du double pas se succèdent dans l'ordre suivant (fig. 2) :

1° Période du double appui ;	
2° Pas postérieur ;	Période de l'appui unilatéral.
3° Moment de la verticale ;	
4° Pas antérieur ;	

Ces distinctions nous seront d'un grand secours dans les descriptions qui vont suivre.

Nous étudierons successivement les mouvements des membres inférieurs, du torse et des membres supérieurs.

I. — Mouvements des membres inférieurs.

1° *Période du double appui.* — Pendant cette période, les deux pieds portent à la fois sur le sol, mais ils ne le touchent jamais de toute leur longueur en même temps. On peut même dire qu'il est fort rare qu'un seul pied pose sur le sol dans toute son étendue, alors que l'autre y touche encore si légèrement que ce soit, ou, si cela se produit, c'est pendant un temps extrêmement court.

En effet, au moment où le pied qui est en avant va toucher le sol par le talon, le pied qui est en arrière s'est déjà soulevé partiellement, et le talon s'est détaché du sol. Au milieu de la période de double appui, tout le corps porte de manière très manifeste sur le talon d'un pied et sur les doigts de l'autre. Puis, le pied qui est en avant abaisse sa pointe et prend contact avec le sol dans toute son étendue, en même temps que le pied qui est en arrière se fléchit progressivement dans ses articulations métatarso-phalangiennes et que la surface d'appui diminue de plus en plus, de telle manière que, lorsque l'appui sur le pied antérieur est complet, c'est-à-dire lorsque les doigts reposent aussi fortement sur le sol que le talon, le pied postérieur est bien près de s'en détacher, si ce n'est déjà chose faite.

En résumé, dans la période du double appui, les deux pieds se déroulent sur le sol, du talon à la pointe, l'un pour le quitter, l'autre pour s'y appliquer, avec cette particularité que ces deux mouvements ne sont pas absolument simultanés et que le premier a déjà commencé lorsque le dernier se produit.

Pendant cette période, les deux jambes ne sont

pas en extension complète ; elles sont très légèrement fléchies, mais la jambe postérieure l'est à un degré plus marqué.

1° *Période de l'appui unilatéral.* — La *jambe portante* arrive au contact du sol par le talon et en extension complète. Plus tard, lorsque le pied est complètement appuyé, le genou se fléchit légèrement, puis il s'étend à nouveau progressivement de manière à se rapprocher de l'extension, qui est presque complète au moment de la verticale. Ensuite cette extension s'exagère pendant tout le pas antérieur et ne cesse que tout à la fin, de manière à se transformer en légère flexion pendant la période du double appui. Cette flexion ne fait que s'exagérer pendant le double appui jusqu'au moment où le membre va devenir oscillant.

Jambe oscillante. — Au moment où la jambe va devenir oscillante, le genou est donc fléchi, et cette flexion s'exagère pendant toute la durée du pas postérieur pour diminuer au moment de la verticale, et pendant tout le pas antérieur, à la fin duquel elle arrive en extension, pour se transformer de nouveau en jambe portante.

Si nous considérons, à un même moment, les attitudes respectives des deux membres inférieurs, nous voyons que, pendant le pas postérieur, les deux jambes sont fléchies, mais à un degré bien différent, la jambe portante l'étant fort peu. Au moment de la verticale, la jambe portante est en extension et la jambe oscillante qui la croise est fléchie. Pendant le pas antérieur, le contraste persiste dans le même sens jusque tout à la fin, où, pendant un court moment, la jambe oscillante s'étendant complètement avant que le talon touche le sol, les deux membres sont en extension complète.

II. — Mouvements du torse.

Le mouvement le plus important est le mouvement de translation, qui est, en définitive, le but de la marche. M. Marey a montré que la vitesse de ce mouvement n'est pas uniforme et subit une accélération vers la fin de chaque double pas.

Ce mouvement se combine avec d'autres qui sont les suivants :

1° *Oscillations verticales.* — A chaque pas le torse tout entier subit un soulèvement suivi d'abaissement, et les deux mouvements constituent une oscillation dans le sens vertical, dont l'amplitude est de 3 à 4 centimètres. Il se produit une oscillation pour chaque double pas, de telle manière que chaque point du torse ou de la tête décrit dans l'espace, pendant la marche, une ligne régulièrement ondulée. Les minima correspondent aux périodes de double appui et sont la conséquence forcée de l'obliquité qu'affectent à ce moment les deux membres inférieurs. Les maxima se produisent au moment de la verticale, c'est-à-dire au moment où le membre inférieur portant, d'oblique qu'il était au double appui, devient perpendiculaire au sol.

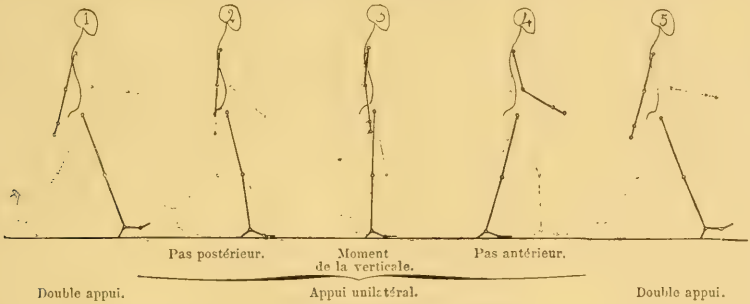


Fig. 2. — *Différents temps de la marche.*

2° *Oscillations transversales ou horizontales.* — En même temps que le torse se soulève et s'abaisse, il se porte d'un côté sur l'autre, et ce mouvement de va-et-vient latéral constitue ce qu'on appelle les oscillations transversales ou horizontales. Elles sont la conséquence du transport du corps du côté de la jambe portante, dont le but est de rapprocher le centre de gravité de la base de sustentation. C'est donc au milieu de l'appui unilatéral que se produit le maximum d'amplitude de l'oscillation. Ces oscillations transversales sont en nombre double de celui des oscillations verticales.

3° *Mouvements d'inclinaison en avant et en arrière.* — Bien que fort peu marqués dans la marche ordinaire, ces mouvements n'en existent pas moins. Si l'on considère l'axe du torse aux différentes phases du pas (fig. 3), on voit que, pendant le pas postérieur, le corps est penché en arrière, qu'il l'est en

avant pendant le pas antérieur, et qu'au moment de la verticale et des doubles appuis il est sensiblement vertical.

4° *Mouvements de torsion.* — Ces mouvements sont la conséquence des mouvements contrariés des épaules et des hanches, qu'il est opportun d'étudier maintenant.

5° *Mouvements du bassin.* —En outre de la translation et des oscillations verticales et horizontales déjà étudiées à propos des mouvements du tronc dans son ensemble, le bassin est soumis à deux sortes de mouvements qui se passent autour de deux axes : l'axe antéro-postérieur et l'axe vertical.

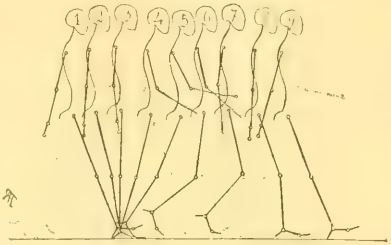


Fig. 3. — *Deux doubles pas successifs*, pendant lesquels la même jambe est portante, puis oscillante (traits pleins), ou inversement oscillante, puis portante (traits pointillés).

A. *Rotation autour d'un axe vertical.* — Dans le pas postérieur, la face antérieure du bassin est tournée du côté de la jambe oscillante, pour se porter du côté opposé lors du pas antérieur. Au moment même de la verticale, le bassin est parfaitement perpendiculaire à la ligne de marche (fig. 4). Ce mouvement est une conséquence inévitable de l'écartement des deux membres inférieurs, celui qui est en arrière retenant la hanche à laquelle il est attaché, celui qui est en avant entraînant avec lui la hanche qui lui correspond.

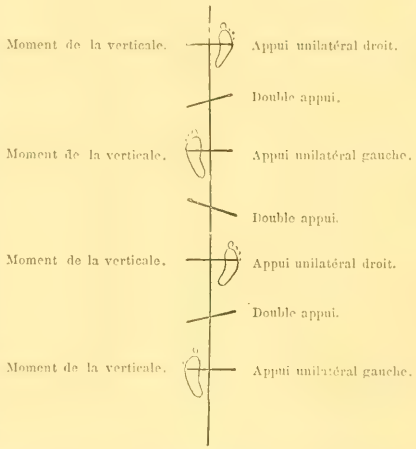


Fig. 4. — *Projection sur plan horizontal de l'axe des hanches aux différents temps de la marche.*

Le centre de ce mouvement paraît être à l'articulation coxo-fémorale de la jambe portante, pendant que l'articulation de la jambe oscillante occupe la périphérie.

B. *Rotation autour d'un axe antéro-postérieur.* — A la période de double appui, alors que, comme nous venons de le voir, l'axe transverse du bassin est le plus oblique par rapport à la ligne de marche, le même axe paraît bien horizontal, c'est-à-dire que les deux articulations coxo-fémorales semblent situées à la même hauteur. Mais aussitôt que la jambe quitte le sol, le bassin incline manifestement de ce côté, puis se relève et devient presque horizontal au moment de la verticale, puis enfin encore redescend toujours du même côté jusqu'à ce que le double appui se reproduise et le ramène à l'horizontale. Le centre du mouvement serait encore l'une des articulations coxo-fémorales, celle du côté de la jambe portante. Ces divers mouvements du bassin s'observent très nettement sur des photographies qui représentent l'homme marchant vu de face.

En somme, jamais le côté oscillant du bassin ne s'élève au-dessus du niveau du côté portant. Il ne fait que baisser très nettement dans le pas postérieur, un peu moins nettement dans le pas antérieur.

6° *Mouvements des épaules.* — Les mouvements de rotation du bassin autour d'un axe vertical, que nous avons signalés il n'y a qu'un instant, entraîneraient forcément tout le torse dans le même sens, si un mouvement de rotation des épaules en sens inverse ne venait le contrarier et maintenir la rectitude du torse.

Il existe donc entre la ligne des épaules et la ligne des hanches un défaut de parallélisme aux différents temps de la marche, se produisant de la façon suivante [1] :

C'est à la période du double appui que l'angle formé par l'axe des épaules et par celui des hanches est le plus considérable.

Au moment de la verticale ils sont parallèles.

Si l'on songe que ces deux axes ne sont pas dans le même plan vertical, mais que le plan des épaules est toujours postérieur à celui des hanches, on voit de suite comment leur rotation en sens inverse a pour effet de rapprocher l'une de leurs extrémités

[1] J'appelle ligne ou axe des épaules ou des hanches, la ligne qui joindrait le centre des deux articulations scapulo-humérales ou coxo-fémorales.

en éloignant l'autre, de telle sorte que, dans le pas postérieur, la plus grande ouverture se trouve du côté de la jambe portante, pendant que du côté de la jambe oscillante le plan des épaules se rapproche de celui des hanches. C'est l'inverse dans le pas antérieur (fig. 5). Le mouvement de rotation de l'axe des épaules est la conséquence des mouvements de balancement des membres supérieurs.

7° *Mouvement d'inclinaison latérale.* — Enfin, il faut encore signaler, au nombre des mouvements qu'exécute le torse pendant la marche, un mouvement d'inclinaison latérale qui penche le haut du torse du côté de la jambe portante. Cette inclinaison latérale a pour effet d'abaisser l'épaule correspondante pendant que l'autre épaule s'élève. Elle atteint son maximum d'amplitude au moment de la verticale. Le redressement s'opère pendant la phase du double appui. Puis l'inclinaison se reproduit de l'autre côté. Ces mouvements d'inclinaison latérale ne sont pas sans analogie avec ce qui a lieu pendant la station hanchée.

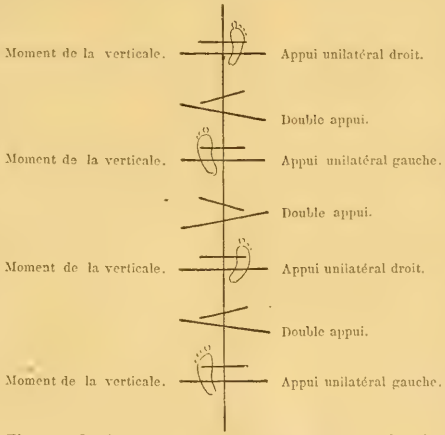


Fig. 5. — *Projection sur plan horizontal de l'axe des hanches et de celui des épaules aux différents temps de la marche.*

III. — Mouvements des membres supérieurs.

Les mouvements des membres supérieurs s'opèrent en sens inverse de ceux des membres inférieurs. Quand la jambe droite, par exemple, est en arrière, le bras droit est en avant et *vice versa.* Ils consistent en des oscillations pendulaires dans le plan antéro-postérieur.

Au moment du double appui, ils subissent leur plus grand écartement. Au moment de la verticale, ils se rapprochent tous deux du même plan transversal, alors que leur direction se croise.

Dans la moitié postérieure de son oscillation, le membre supérieur est complètement étendu ; dans la moitié antérieure, il se fléchit légèrement au coude.

IV. — Action musculaire.

On a cru longtemps, sur la foi des frères Weber, que toute l'action musculaire pendant la marche se concentrait sur le membre portant destiné à soutenir seul toute la charge du torse, et que le membre oscillant exécutait son oscillation sous la seule influence de la pesanteur, à la manière d'un pendule. Il est bien démontré aujourd'hui, depuis les travaux de M. Marey, de Carlet, de Duchenne de Boulogne et de Boudet, de Paris, que la jambe oscillante est essentiellement active et que ses mouvements ne sauraient s'exécuter sans le concours de la contraction musculaire. Il suffit de regarder un homme qui marche pour s'en convaincre.

Nous examinerons l'action musculaire sur le membre inférieur au moment où il touche terre du talon pour devenir membre portant, et nous suivrons les modifications qu'elle subit pendant les diverses phases du pas, pour continuer notre étude sur le même membre au moment où il va devenir oscillant, puis pendant toutes les phases de son oscillation.

1. — *Membre portant.* — Projeté en avant par une action musculaire que nous étudierons plus loin, le membre oscillant retombe pour ainsi dire sur le sol par le seul effort de la pesanteur. A ce moment il est dans un état de relâchement musculaire à peu près complet.

Mais aussitôt qu'il commence à supporter le poids du corps, avant même que le pied ne touche le sol dans toute son étendue, la contraction musculaire s'y révèle. Le moyen fessier commence à se contracter, et sa contraction énergique se maintiendra tout le temps de l'appui unilatéral, pour empêcher le bassin auquel est suspendu le membre qui oscille de basculer latéralement (fig. 6, nos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). Le moyen fessier et probablement aussi le petit fessier situé au-dessous du moyen sont les agents directs qui s'opposent à la chute latérale du bassin. Leur action est secondée par la contraction simultanée de deux autres muscles qui sont la partie supérieure du grand fessier et le tenseur du fascia lata.

Le grand fessier, d'ailleurs, se contracte dans son entier pendant toute la durée du pas postérieur et empêche ainsi le tronc de basculer en avant. Mais son action cesse généralement au moment de la verticale et ne se produit pas pendant le pas antérieur. La contraction du grand fessier est bien plus évidente, si l'on marche le corps penché en

avant. Elle devient inutile si l'on marche le corps renversé en arrière.

Le gros muscle de la cuisse, le quadriceps, est également un des premiers muscles qui se contractent sur la jambe portante (fig. 6, nos 2, 3, 4). Il maintient l'extension du membre qui, sans lui, fléchirait sous le poids, mais sa contraction ne dure que pendant le pas postérieur, elle diminue au moment de la verticale pour cesser complètement ensuite pendant la durée du pas antérieur. A ce moment, en effet, la ligne de gravité du torse passant bien en avant de l'articulation du genou, la pesanteur suffit à maintenir l'extension de l'article.

Quant aux muscles de la jambe, ils sont tous légèrement tendus pendant tout le pas postérieur. Mais à peine la verticale est-elle franchie, que les muscles postérieurs et latéraux se contractent vigoureusement et leur contraction augmente d'intensité jusqu'à la fin (fig. 6 et 7, nos 6, 7, 8).

Fig. 6. — *Figures demi-schématiques représentant douze positions successives d'un homme qui marche* (d'après les séries chronophotographiques obtenues avec le concours de M. Albert Londe). — De 1 à 7, double pas avec la jambe droite portante et la gauche oscillante; de 7 à 12, double pas suivant avec la jambe droite devenue oscillante et la gauche portante. Nos 1 et 7, double appui; 2 et 8, fin du double appui; 3 et 9, pas postérieur; 4 et 10, moment de la verticale; 5, 6, 11 et 12, pas antérieur; du no 12 l'homme revient à la position du no 1, de sorte qu'avec ces douze figures le cycle de la marche est complet.

Le muscle du mollet soulève énergiquement le talon qui quitte le sol, et pousse en même temps tout le corps en haut et en avant. C'est lui le véritable agent de propulsion. Mais dans ce mouvement la voûte du pied tendrait à s'affaisser si elle n'était maintenue par l'action des muscles péroniers latéraux.

Les muscles postérieurs de la cuisse, qui sont les fléchisseurs de la jambe, commencent à entrer en contraction sur la jambe portante pendant le pas antérieur (fig. 6 et 7, nos 5, 6, 7, 8, 9). Leur contraction s'accentue de plus en plus et a pour effet de fléchir la jambe aussitôt que celle-ci a quitté le sol.

2. — *Membre oscillant.* — Voici donc que la jambe, de portante qu'elle était, devient oscillante. A ce moment, le muscle gastrocnémien et les péroniers se relâchent (fig. 7, no 9), et en même temps les extenseurs des orteils et le jambier antérieur se contractent pour soulever la pointe du pied et l'empêcher, dans le mouvement d'oscillation qui va se produire, de heurter le sol.

A la cuisse, les fléchisseurs de la jambe sont contractés pour maintenir la jambe en flexion. Le triceps fémoral est relâché, ainsi que les fessiers. Mais les fléchisseurs de la cuisse sur le bassin, parmi lesquels le couturier et le droit antérieur, se contractent dans le but de ramener la cuisse et tout le membre en avant. La jambe oscillante exécute ainsi le pas postérieur, passe la verticale et s'avance pour accomplir le pas antérieur. C'est à ce moment (fig. 7, no 10) qu'une contraction énergique du quadriceps étend vigoureusement la jambe sur la cuisse. Mais cette contraction est rapide et cesse brusquement avant même que le membre soit en extension complète. Le gonflement que l'on observe sur le no 11, fig. 7, est l'indice non de la contraction, mais du relâchement du muscle, comme nous le montrerons tout à l'heure.

Nous retrouvons là un de ces exemples de contraction balistique que nous avons étudiés plus haut. Lors donc que l'extension est produite, le quadriceps et les autres muscles du membre sont

dans le relâchement. Le membre descend alors de son propre poids jusqu'à la rencontre du talon avec le sol.

D'autres actions musculaires se montrent sur le reste du corps. Je signalerai seulement les spinaux, qui entrent en contraction du côté de la jambe oscillante seulement, et le deltoïde, dont la contraction des faisceaux antérieurs et postérieurs tiennent sous leur dépendance les mouvements des membres supérieurs.

V. — Formes extérieures

Les actes musculaires si nombreux et si variés que nous venons d'étudier ne sont pas sans influer grandement sur la forme extérieure.

Nous étudierons successivement la forme des fesses, des cuisses, des jambes et des pieds.

1. *Formes des fesses.* — Ce qui caractérise la forme des fesses dans la marche, c'est la saillie constituée du côté de la jambe portante par le moyen fessier et la partie supérieure du grand fessier, saillie qui occupe toute la moitié supérieure de la fesse de ce côté et qu'accentue la dépression rétro-trochantérienne qui l'accompagne. La fesse du côté de l'oscillation est au contraire aplatie dans toute son étendue (fig. 6 et 7).

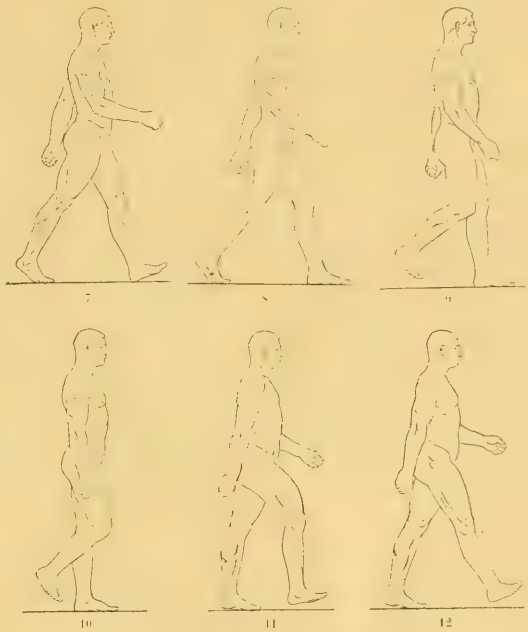


Fig. 7. — *Suite des phases de la figure 6.*

2. *Formes des cuisses.* — Les deux cuisses pendant la marche offrent un contraste frappant, dû en particulier aux états physiologiques différents du muscle quadriceps sur les deux jambes à un même moment.

D'autre part, il y a dans les formes de chaque membre même opposition complète entre le pas postérieur et le pas antérieur.

Sur le membre portant, au moment où il a pris franchement contact avec le sol, la contraction du triceps fémoral est énergique. On remarque l'accentuation du sillon latéral externe de la cuisse et la séparation fort nette des masses charnues du droit antérieur, du vaste externe et du vaste interne (fig. 6, n° 3, et Pl. I, n° 1, n° 5). Cette contraction est, en somme, une contraction statique; elle maintient le membre en flexion légère et résiste à l'action de la pesanteur, qui entraînerait la flexion complète sur un membre abandonné à lui-même. Cette contraction dure tout le temps du pas postérieur. Elle cède peu à peu pour faire place au relâchement complet qui existe pendant toute la durée du pas antérieur. Ce relâchement du quadriceps se traduit extérieurement par la production du bourrelet sus-rotulien occasionné par la saillie de l'extrémité inférieure du vaste interne relâché. L'extrémité inférieure du vaste externe relâché amène aussi la production du relief caractéristique (fig. 6, n° 6, et Pl. I, nos 8, 9 et 10). Mais toute la masse musculaire est refoulée latéralement par la tension du fascia lata et de la bandelette ilio-fémoro-tibiale. En somme, la cuisse à ce moment est étroite transversalement et ressemble assez à la cuisse de la jambe portante de la station hanchée.

Pendant que le muscle quadriceps se relâche, on voit progressivement s'accentuer le relief des muscles postérieurs de la cuisse, dont la contraction commence pendant le pas antérieur.

Lorsque le membre a quitté le sol, on constate, dès le début de son oscillation, les reliefs formés par les muscles fléchisseurs de la cuisse, droit antérieur, couturier et tenseur du fascia lata, en même temps qu'à la partie postérieure de la cuisse les fléchisseurs de la jambe forment une saillie fort distincte. Ces formes sont, en somme, celles du membre oscillant pendant le pas postérieur. Mais les choses changent au moment de la verticale et pendant le pas antérieur, les formes de la

cuisse sont extrêmement curieuses à étudier.

C'est le moment où la contraction des fléchisseurs de la jambe cesse, et des muscles postérieurs de la cuisse, la contraction passe au muscle antérieur, au muscle quadriceps qui tient sous sa dépendance l'extension de la jambe qui se produit alors. Mais cette extension de la jambe est rapide et soudaine. Elle est produite par une contraction musculaire brusque cessant aussitôt. Cette contraction a lieu au moment de la verticale alors que la jambe se trouvant fléchie, le muscle est distendu, circonstance éminemment favorable à l'énergie de l'effort musculaire. Elle cesse vers le milieu du pas antérieur, bien avant que la jambe ait achevé son mouvement d'extension. La photographie instantanée nous a permis de saisir le moment où cesse cette contraction (fig. 7, n° 11, et Pl. I, fig. 2). La forme de la cuisse est saillante en avant, fortement bombée, mais le modelé uniforme du muscle montre bien que le relâchement musculaire s'est déjà produit. Nous avons donc sur cette image un muscle relâché, mais soulevé, projeté en avant pour ainsi dire, à la manière d'une masse fluctuante, par le mouvement même du membre. D'ailleurs, cette masse inerte, pour ainsi dire, subissant la loi de la pesanteur, retombe bientôt sur elle-même, ce que la photographie instantanée nous montre au moment d'après (Pl. I, fig. 3), alors que l'extension de la jambe s'est complétée en vertu de l'impulsion acquise et de l'inertie du membre et que le talon ne touche pas encore le sol. A ce moment, en effet, la cuisse est considérablement aplatie, son diamètre antéro-postérieur, tant accru tout à l'heure, a beaucoup diminué. Par contre, la cuisse s'est élargie transversalement par suite du refoulement ou plutôt de la chute des masses musculaires en bas et sur les côtés.

Nous saisissons ici, grâce à la chronophotographie, deux phases très distinctes du relâchement musculaire du quadriceps, qui impriment à la cuisse une forme toute différente, bombée en avant ou aplatie, large d'avant en arrière ou transversalement.

A l'œil nu, ces phénomènes musculaires se traduisent sous la forme d'un véritable ballottement du muscle.

3. — *Formes de la jambe et du pied.* — C'est sur la jambe portante, au moment où la jambe oscillante l'a dépassée, c'est-à-dire pendant le pas antérieur, que l'on voit la contraction des jumeaux accentuer les plans du mollet, en même temps que s'accuse le relief du soléaire et que se raidit le tendon d'Achille. Ces formes s'accentuent de plus en plus jusqu'au moment où le pied quitte le sol. Elles sont accompagnées de modifications de la face externe de la jambe marquée de sillons longitudinaux dus à la contraction des péroniers fig. 6, nos 5, 6, 7).

Toutes ces formes s'éteignent alors que la jambe est devenue oscillante, le triceps sural devient mou et comme flottant. Les surfaces qui répondent aux péroniers sont plus uniformes ; mais, au même moment, de nouvelles saillies se montrent à la face antérieure du cou-de-pied et sur le dos du pied. Elles sont dues aux cordes tendineuses des muscles extenseurs du pied et des orteils.

VI. — Conclusions

De tout ce qui précède sur la marche type, on peut tirer les quelques conclusions suivantes fort curieuses, si on les rapproche des idées ayant généralement cours :

Le corps dans son ensemble n'est jamais penché en avant de façon manifeste.

Les deux pieds ne portent jamais en même temps sur le sol sans toute leur étendue. On peut même dire que l'instant pendant lequel le pied touche le sol entièrement en même temps que l'autre pied appuie sur les orteils, passe avec la rapidité d'un éclair, si même il existe franchement.

La jambe placée en avant et dont le pied touche terre n'est que très légèrement fléchie et se trouve toujours placée bien en avant de la ligne de gravité du torse.

On voit combien nous sommes loin de cette figure que tout le monde a dans l'œil et qui est comme le schéma artistique de la marche : tout le corps fortement penché en avant est soutenu par un des membres inférieurs notablement fléchi et dont le pied fortement appuyé sur le sol forme la base de sustentation, par laquelle passe la ligne de gravité du corps. L'autre membre inférieur également fléchi est rejeté en arrière et touche le sol par les orteils.

Mais ne nous hâtons point d'incriminer les artistes ; dans certaines conditions données, l'homme qui marche se rapproche bien du type dont nous venons de parler [1].

Dr **Paul Richer**,
Chef de Laboratoire
à l'Hospice de la Salpêtrière.

[1] Cet article sera reproduit dans un ouvrage de l'auteur qui paraîtra prochainement à la librairie Doin sous ce titre : *Physiologie artistique de l'homme en mouvement.*

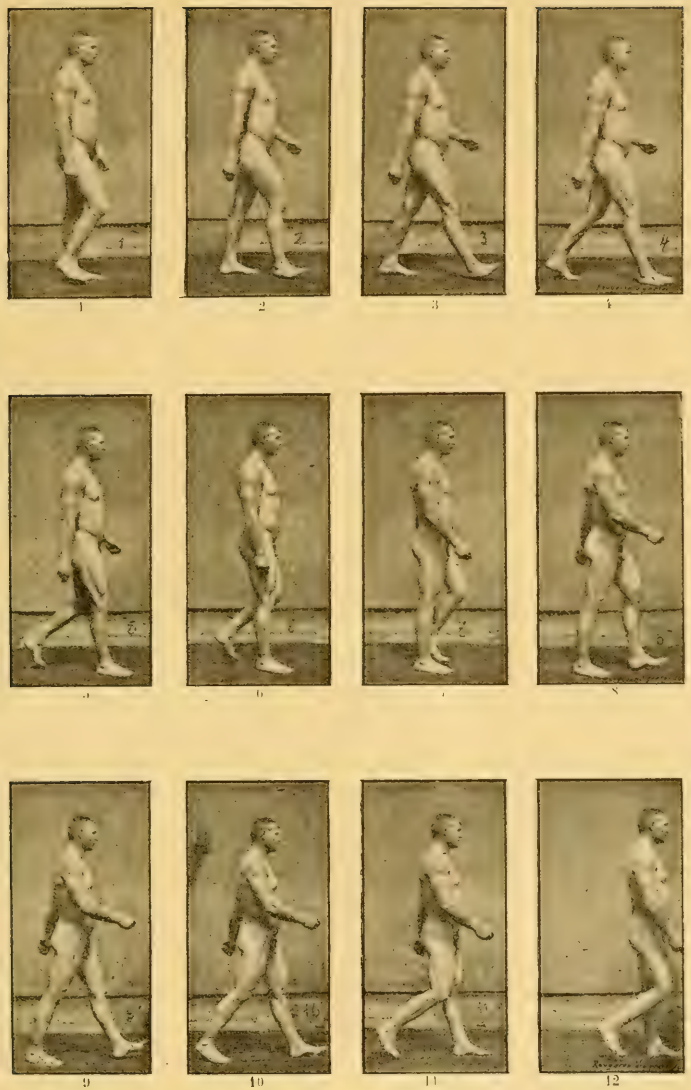


Planche I. — Vue latérale de la marche sur terrain horizontal

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

L'EMPLOI DES COURANTS TRIPHASÉS A LA STATION CENTRALE D'ÉLECTRICITÉ DE CHEMNITZ.

L'emploi des courants alternatifs tend à se répandre de plus en plus, sous la forme de courants alternatifs simples, ou sous la forme de courants polyphasés. Les premiers présentent de nombreux avantages au point de vue de l'éclairage des grands secteurs; mais ils se prêtent plus mal à la distribution de la force motrice. Les seconds sont préférables sous ce dernier rapport, mais ils donnent parfois lieu à des ennuis de réglage lorsqu'ils servent à alimenter des lampes; aussi, adoptés dans les installations privées pour les transports de force, ils étaient, en général, rejetés dans les Stations centrales. Cependant, à bien examiner la question, c'est surtout une affaire de pratique et d'expérience que d'obtenir un bon réglage de la tension; il est donc à présumer, vu la tendance logique qu'ont les Compagnies électriques à favoriser l'installation des moteurs sur leurs réseaux, que les courants polyphasés jouiront, le temps aidant, d'une vogue de plus en plus grande.

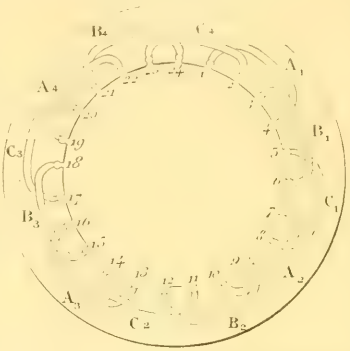


Fig. 1. — *Schéma de l'induit des alternateurs.* — A_1, B_1, C_1, A_2,..... bobines induites.

La ville de Chemnitz n'a pas craint d'entrer résolument dans les voies nouvelles. Etant appelée à fournir à ses clients, dispersés sur un très grand rayon, non seulement l'éclairage, mais aussi la force motrice, elle a adopté les courants triphasés à haut voltage avec sous-stations de transformateurs[1]. Le marché pour l'installation complète fut passé avec MM. Siemens et Halske en 1893. Les travaux furent commencés au mois d'août de cette même année; à la fin du mois de mai suivant, ils étaient complètement terminés.

Trois chaudières Steinmüller sont employées; elles marchent à 13 kilos de pression environ, et sont munies de chargeurs automatiques Leach, actionnés chacun par un petit moteur à champ tournant. Les machines, également au nombre de trois, sont à triple expansion et à condensation.

Leurs tiroirs sont réglés automatiquement par le régulateur, dont on peut, du tableau de distribution, modifier à volonté la position. C'est là un arrangement nouveau, dont on trouve un autre exemple à la station des tramways de Dresde. Un petit moteur à courants continus, excité en série par un courant que fournit l'une des excitatrices, peut tourner dans les deux sens; à cet effet, un commutateur permet de changer à volonté la direction du courant qui traverse l'armature. Ce moteur, dans son mouvement de rotation, élève ou abaisse, par l'intermédiaire d'une vis sans fin, un poids additionnel du régulateur.

Les dynamos sont du type R Siemens et Halske à courants triphasés. Ce sont des machines de 180 kilowatts, accouplées directement, et pouvant fournir, sur chaque conducteur, 52 ampères sous une différence de potentiel de 2.000 volts. Elles sont à induit fixe et inducteur mobile. L'inducteur se compose de 40 pièces polaires réunies en forme d'étoile. La vitesse, étant de 150 tours par minute, correspond à 50 périodes. L'induit est formé d'un certain nombre de minces plaques de fer serrées sur une carcasse en fonte. Le tout forme un vaste anneau, à la surface intérieure duquel se trouve une série de fentes, au nombre de trois par pôle. Dans ces fentes sont logées les bobines induites. Voici quel est le mode d'enroulement de ces bobines. Supposons, pour plus de simplicité, que la machine soit seulement à 8 pôles : nous aurons donc 24 fentes, numérotées, sur la figure 1, de 1 à 24. Un fil de l'induit vient d'arrière en avant à travers la fente 1, par exemple, retourne en arrière par la fente 4, pour revenir en avant par la fente 1, et ainsi de suite autant de fois qu'il est nécessaire.

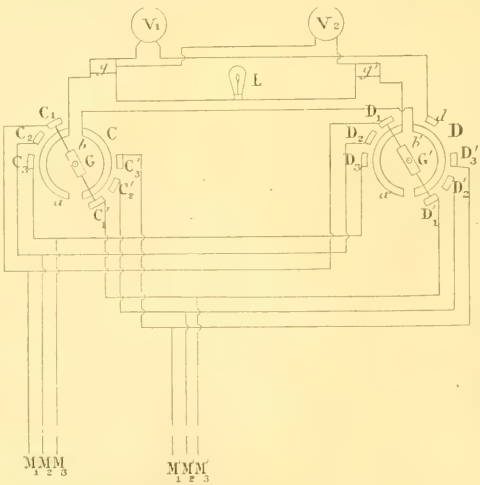


Fig. 2. — *Schéma de l'appareil de couplage des alternateurs.* — V_1, V_2, voltmètres. — g, g, commutateurs. — L. lampe témoin. — C, D, commutateurs. — d, C_1, C'_1, C_2, C'_2, etc., bornes des commutateurs C et D. — a, b, a', b', barres métalliques des commutateurs C et D. — G, G', glissières des commutateurs C et D. — M_1, M'_1, M_2, M'_2,..... câbles venant des alternateurs.

Les fentes 23-2, 3-6, 5-8, etc., sont associées de la même façon.

Les bobines ainsi formées peuvent être, dans chacun des trois groupes, réunies en série ou en quantité selon la tension que l'on désire obtenir. Par exemple, dans le cas où l'on veut un haut voltage, les bobines A_1, A_2, A_3, A_4, puis B_1, B_2, B_3, B_4, et enfin C_1,

[1] D'après l'*Elektrotechnische Zeitschrift* et *The Electrician*.

C_2, C_3, C_4, sont associées en série. Trois des extrémités sont réunies et les trois autres attachées aux bornes de la machine.

Le couplage des alternateurs de la Station de Chemnitz se fait au moyen d'une disposition assez originale. Les petits transformateurs ordinairement employés sont ici supprimés, chaque alternateur étant pourvu d'un circuit auxiliaire, aux bornes duquel on a un voltage égal à la 80e partie de celui du circuit principal. Les câbles M_1, et M'_3 (fig. 2), partant du circuit auxiliaire de la première machine, aboutissent aux bornes C_1 C_1', D_1 D_1' de deux commutateurs C et D. Les câbles venant des autres machines aboutissent aux bornes C_2 C_2' et D_2 D_2' d'une part, C_3 C_3' et D_3 D_3' d'autre part. Le commutateur D possède en outre une borne complémentaire *d*. Deux glissières G, G' mettent en communication chacune des bornes C_1 C_2, etc., avec celle des barres circulaires *a*, *a'*, *b*, *b'*, qui lui est contiguë. Les barres *b b'* sont reliées d'une manière permanente. Les barres *a a'* sont en communication avec deux commutateurs *g*, *g'*, auxquels aboutissent les deux bornes d'une lampe L, d'un voltmètre V_2 et une borne d'un second voltmètre V_1, dont l'autre borne est en communication avec *d*.

Si l'on veut avoir le voltage fourni par la machine 1, on place la glissière G sur C_1 et C_2, la glissière G' sur *d* et l'on met le voltmètre V_1 en circuit.

Pour coupler en parallèle deux machines, 2 et 3 par exemple, on commence par s'assurer, au moyen de la manœuvre précédente, qu'elles donnent le même voltage, puis on met le voltmètre V_2 hors circuit. La glissière G est placée sur C_2 C_2', la glissière G' sur D_3 D_3', puis la lampe L et le voltmètre V_1 sont réunis par l'intermédiaire de *g*, *g'* aux barres *a* et *b*. Quand le voltmètre arrive au zéro et que la lampe s'éteint, la coïncidence de phases existe, il ne reste qu'à coupler les alternateurs.

Les câbles allant des machines au tableau de distribution sont souterrains. Ils aboutissent, par l'intermédiaire des coupe-circuits fusibles et des instruments de mesure, à trois barres horizontales qui peuvent être séparées dans leur longueur en plusieurs parties au moyen d'interrupteurs. Il est ainsi possible de travailler à une partie du tableau pendant que l'autre partie est en service.

Les conducteurs sont calculés pour transporter le courant nécessaire à 10 000 lampes de 16 bougies brûlant en même temps. Les câbles de haute tension sont du type biconcentrique de Siemens et Halske, sous plomb et armés de rubans de fer. Leur section varie de $3 \times 16^{mm\,2}$ à $3 \times 50^{mm\,2}$. Ils forment une longueur totale de 10 kilomètres environ. Le réseau à basse tension comprend à peu près 20 kilomètres de câbles biconcentriques armés, dont les sections varient de 3×25 à $3 \times 70^{mm\,2}$ et 7 kilomètres de conducteurs isolés ordinaires de 35 à $40^{mm\,2}$ de section. Le point central du réseau se trouve à 1.800 mètres de la station, le point le plus éloigné à 3.600 mètres.

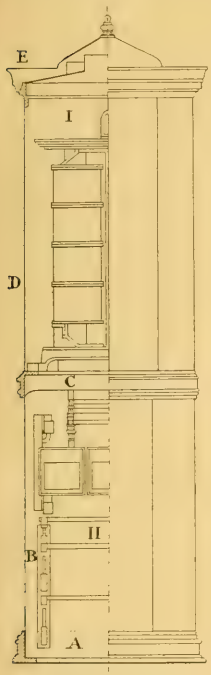


Fig. 3. — *Élévation et demi-coupe d'une sous-station de transformateurs.* — A, base en fonte. — C, cloison séparant les parties I et II. — E, couverture. — D, paroi. — B, appareils divers.

La tension est abaissée par les transformateurs de 2.000 volts à 120. Ces transformateurs, qui étaient primitivement au nombre de 19, sont maintenant au nombre de 24 et représentent une puissance totale de plus de

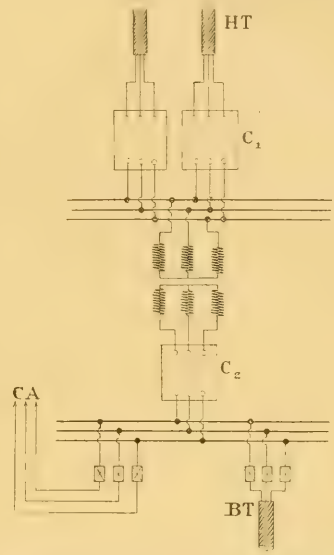


Fig. 4. — *Diagrammes des connexions faites dans une sous-station de transformateurs.* — HT, câbles à haute tension. — C_1 et C_2, interrupteur et plombs fusibles. — BT, câbles à basse tension. — CA, câbles aériens.

500 kilowatts. Ils sont placés dans des colonnes en fer de 4 mètres de haut et de $1^m,20$ de diamètre. La figure 3 représente l'une de ces colonnes : la partie gauche a été coupée pour en montrer l'intérieur. Elles reposent sur une base en fonte A et sont formées de deux cylindres superposés séparés par une cloison C, qui sépare en deux parties I et II l'intérieur de la colonne. En outre, une couverture E est disposée de manière à permettre la ventilation tout en empêchant la pluie ou la neige de pénétrer. La partie supérieure I est munie de trois portes et contient le transformateur. Ses noyaux, au nombre de trois, sont formés de feuilles de fer isolées et disposées verticalement de manière à dessiner un prisme dont la base serait un triangle équilatéral. Ils sont réunis haut et bas par des plaques de fer qui ferment les circuits magnétiques. Les bobines à basse tension sont placées à l'intérieur des bobines à haute tension. Entre elles, on a réservé un espace vide pour la ventilation, de même qu'entre les premières et les noyaux intérieurs. Une marche continue à pleine charge n'élève pas la température de plus de 50 degrés. Les bobines sont montées en étoile.

Fig. 5. — *Courbe du courant d'excitation.* — T, durée de la période du courant produit par l'alternateur.

La partie inférieure I de chaque colonne comprend tous les appareils accessoires, coupe-circuits fusibles, attaches de câbles, interrupteurs, etc. La figure 4 montre le diagramme des connexions, qui est d'ailleurs excessivement simple.

Les mesures d'isolement du réseau ont donné les résultats suivants :

I. — *Câbles pour basse tension, essai fait à 109 volts.* — Résistance d'isolement du conducteur intérieur, les deux autres étant à la terre : 446 mégohms.

Résistance d'isolement du conducteur du milieu, les deux autres étant à la terre : 208 mégohms.

Résistance d'isolement du conducteur extérieur, les deux autres étant à la terre : 172 mégohms.

Longueur soumise à l'essai : environ 18 kilomètres.

En mettant les transformateurs en circuit, l'isolement par rapport à la terre était de 210.000 ohms.

II. — *Câbles pour haute tension, essai fait à 960 volts.* — Résistance d'isolement du conducteur intérieur, les deux autres étant à la terre : 301 mégohms.

Résistance d'isolement du conducteur du milieu, les deux autres étant à la terre : 150 mégohms.

Résistance d'isolement du conducteur extérieur, les deux autres étant à la terre : 114 mégohms.

Longueur totale soumise à l'essai : environ 10 kilomètres.

En mettant les transformateurs en circuit, l'isolement par rapport à la terre était de 101.000 ohms.

Les capacités du réseau de haute tension, non compris les transformateurs, sont de 0,47 microfarad entre le conducteur intérieur d'une part, les deux autres conducteurs et la terre d'autre part ;

1,06 microfarad entre le conducteur du lieu, d'une part, les deux autres conducteurs et la terre d'autre part ;

2,12 microfarads entre le conducteur extérieur d'une part, les deux autres conducteurs et la terre d'autre part.

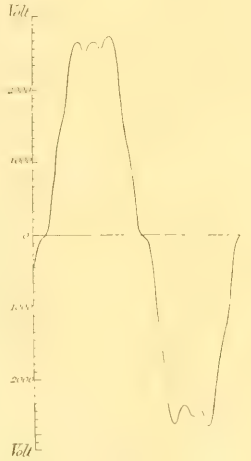


Fig. 6. — *Courbe donnée par l'alternateur marchant à vide.*

A la fin du mois de novembre 1894, la Station fournissait le courant à 5.220 lampes à incandescence de 16 bougies, à 152 lampes à arc et 29 moteurs d'une puissance totale de plus de 29 chevaux. Le prix est de 87 cent. 5 le kilowatt-heure pour l'éclairage et de 22 cent. 5 pour la force motrice. On peut aussi traiter à forfait quand il s'agit de courant à fournir à des moteurs. Le tarif est alors de 17 cent. 5 le cheval-heure.

Les moteurs à champ tournant de la maison Siemens-Halske ont un inducteur fixe construit de la même façon que l'induit des alternateurs. L'induit à tambour est fermé sur lui-même. Ces moteurs auraient, dit-on, des rendements très élevés. On trouverait, par exemple, pour un moteur de 4 chevaux, 50 % à la charge de demi-cheval, 87 % à la charge de 4 chevaux, 86 % à la charge de 7 chevaux.

Des essais excessivement intéressants ont été faits dans le but de déterminer les courbes de courant pour la machine d'excitation, l'alternateur à vide et en charge.

L'appareil employé est un petit moteur à champ tournant présentant quelques dispositions spéciales : son armature n'est pas en court circuit; elle est traversée par le courant de la machine d'excitation. Il tourne alors synchroniquement : son arbre porte des anneaux et des contacts qui, à un moment arbitrairement choisi de la révolution, relient d'abord un condensateur avec le circuit à étudier, puis déchargent ce condensateur à travers un galvanomètre. Quand la vitesse du moteur est suffisamment grande, la déviation du galvanomètre reste constante: elle est alors proportionnelle à la différence de potentiel des armatures du condensateur et par suite à l'intensité du courant au moment de la phase qui correspond au contact.

La figure 5 montre la courbe du courant d'excitation. On y remarque une fluctuation, qui est due aux réactions d'induit et dont la période est six fois celle de l'alternateur. Si T est la période de celui-ci, t le temps, la courbe de la figure 5 est représentée approximativement par la formule (1) ci-dessous.

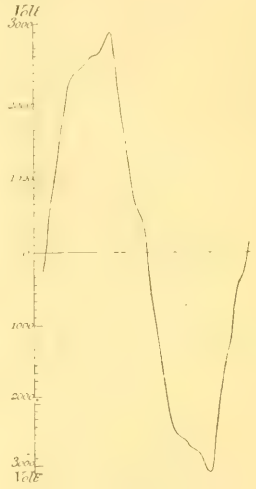


Fig. 7. — *Courbe donnée par l'alternateur marchant à pleine charge.*

La courbe du courant de l'alternateur tournant à vide est donnée par la figure 6. Elle est à peu près symétrique par rapport à l'axe des abscisses et par rapport aux ordonnées des maxima et des minima. Sa formule est approximativement la formule (2) ci-dessous.

Enfin, la figure 7 donne la courbe du courant de l'alternateur travaillant à pleine charge. Elle est symétrique par rapport à l'axe des abscisses, mais non par rapport aux ordonnées des minima et maxima. Elle correspond à la formule (3) ci-dessous.

On voit que les deux dernières courbes diffèrent relativement peu de la fonction sinus, qui est la fonction théorique. Que signifient exactement les légères déformations

$$(1) \qquad 1 + \frac{1}{66} \sin\left(\frac{12\pi t}{T} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$2 \quad \sin\frac{2\pi t}{T} + 0{,}087 \sin\left(\frac{10\pi t}{T} + \pi\right) + 0{,}052 \sin\left(\frac{22\pi t}{T} + \pi\right).$$

$$(3) \qquad \sin\frac{2\pi t}{T} + \frac{1}{15} \sin\left(\frac{10\pi t}{T} + \frac{3\pi}{2}\right).$$

qu'elles montrent et quels en sont les effets? Nous sommes encore très inexpérimentés sur ce sujet; mais c'est qu'il y a bien peu de temps que nous savons enregistrer fidèlement les courbes des courants alternatifs, et il nous semble permis de penser que nous parviendrons à lire, sur ces courbes, les détails de construction et de fonctionnement de nos alternateurs, de même que nous lisons aujourd'hui les détails correspondants sur les diagrammes des machines à vapeur.

A. Gay,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Méray (Ch.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.* — **Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses Applications géométriques.** *Première partie.* PRINCIPES GÉNÉRAUX. — *Un vol. gr. in-8° de* XXIII-405 *p. Prix* : 13 *fr. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

L'espace nous manque pour analyser comme nous le voudrions une publication de cette importance, que tout le monde, au surplus, voudra lire; nous passerons donc sous silence l'indication détaillée de son contenu et nous nous bornerons à dire en gros le bien que nous en pensons, le but que l'auteur veut atteindre.

Dans ce magnifique ouvrage, qui sera un véritable monument de la science française, M. Méray ne veut emprunter au monde extérieur que les notions que notre esprit en tire relativement aux nombres entiers et aux combinaisons les plus simples que l'on peut effectuer sur ces symboles; il déduira de là les règles du calcul algébrique ainsi que la notion complète du nombre fictif de l'analyse moderne; il ne s'appuiera sur aucune considération infinitésimale proprement dite; l'idée d'infini n'y figure à proprement parler que sous sa forme la plus accessible, qu'après tout nombre entier il y en a d'autres, et l'idée de limite est rattachée à celle-ci d'une façon très simple. C'est avec ce bagage peu encombrant et dénué de toute métaphysique que l'auteur édifie sa théorie générale des fonctions.

Cette vaste exposition de ce qui constitue à proprement parler toute la science mathématique ne repose que sur des calculs algébriques relativement simples. Le premier volume contient l'exposé des généralités et des propriétés communes à toutes les fonctions analytiques; les suivants renfermeront l'étude des principales fonctions particulières aujourd'hui connues et les premières applications de l'analyse infinitésimale Dans ce premier volume, il n'est jamais fait appel aux propriétés d'une fonction particulière, si simple qu'elle soit, et cependant l'auteur s'élève graduellement des propositions les plus élémentaires jusqu'à la théorie des équations différentielles totales et partielles. Il ne fait usage d'aucune considération géométrique; il ne se sert que de la représentation graphique habituelle des nombres imaginaires, dans le simple but de faire image et de simplifier les énoncés relatifs à la théorie des fonctions.

On conçoit qu'avec un pareil objectif, et voulant dégager le plus possible l'Analyse de toute considération relative au monde extérieur, l'auteur ait repris l'idée de nombre à son origine même, le nombre entier, et qu'il ait édifié sans autre secours que l'idée de nombre entier et celle d'addition de nombres entiers, l'ensemble complet des nombres fictifs que l'analyse emploie. Les trois premiers chapitres sont consacrés à ce travail; ils sont admirablement ordonnés, d'une logique absolue, et je ne vois aucune critique à faire à cette partie du volume. Je dois rappeler d'ailleurs, en passant, que M. Méray est le premier qui ait résolu ces questions passablement difficiles. Depuis quelque temps, on a beaucoup écrit sur ce sujet et beaucoup prêté aux Allemands, comme d'habitude; mais, en comparant les dates de publication et en tenant compte de l'enseignement public de M. Méray, il est facile de fixer son opinion à ce sujet. Au reste, l'idée de *variante* qu'emploie l'auteur pour parvenir au nombre incommensurable, bien qu'à peu près identique à celle de suite rationnelle et infinie, me paraît donner à cette exposition sa forme la plus simple et la plus lumineuse.

Viennent ensuite les séries. Elles sont un objet de prédilection pour l'auteur, qui en fait la base de tout son système et la représentation naturelle de toutes les fonctions dignes de ce nom. Cette théorie, bornée aux choses essentielles et débarrassée du fatras qui l'accompagne dans plus d'un ouvrage, est ici magistralement exposée. Sans insister sur des règles de convergence plus ou moins menues, en tout cas utiles seulement pour l'étude des fonctions particulières, l'auteur s'occupe d'abord des propriétés générales des séries : la comparaison de deux séries; la transformation d'une série par le groupement et le déplacement des termes; l'addition, la soustraction et la multiplication des séries. Puis il passe à l'étude des séries entières à variables en nombre quelconque, dans laquelle il débute par la progression géométrique à plusieurs raisons, et par la recherche des aires de convergence. Ensuite viennent diverses propriétés dont il sera fait grand usage dans la théorie des fonctions : le développement d'une série entière où l'on met à la place de chaque variable une somme de nouvelles variables; la continuité; le théorème d'Abel, relatif aux valeurs des variables situées sur les cercles de convergence; les valeurs que peut atteindre ou dépasser le module de la somme d'une pareille série, etc.

L'idée de fonction est alors introduite d'une façon définitive. Sans se soucier à ce moment de l'origine que peut avoir une fonction à étudier, point sur lequel il s'appesantira très soigneusement plus tard, M. Méray dit que cette fonction est *olotrope* dans les aires S_x, S_y, ..., avec les olomètres δ_x, δ_y, ..., quand, pour tout système x_0, y_0, ... de nombres pris dans les aires en question, on peut développer la fonction en série entière et convergente par rapport à $x - x_0$, $y - y_0$, ..., pourvu que les modules de ces différences soient moindres respectivement que δ_x, δ_y, ... Les aires considérées sont quelconques d'ailleurs, à contours simples ou multiples.

C'est cette notion de l'olotropie que M. Méray substitue aux anciennes propriétés primordiales attribuées aux fonctions, d'être uniformes et pourvues de dérivées de tous ordres dans les aires en question. Pour lui, cette notion est inséparable de l'idée de fonction utile et maniable; il rejette des calculs courants toute fonction qui n'est olotrope dans aucun groupe d'aires, et son système ne lui attribue aucune propriété de caractère général.

Nous ne voulons pas entamer ici de discussion avec l'auteur sur le point de savoir si son idée est la seule qui se prête à l'étude des propriétés des fonctions. Nous ferons simplement observer qu'il est le seul à posséder un système complet d'analyse, et que toutes les démonstrations qu'il donne sont uniformes, théoriquement très simples, et rigoureuses comme celles de l'Algèbre la plus vulgaire; au reste, les autres auteurs, dans beaucoup de questions, emploient aussi les séries et font, sans le dire, les mêmes hypothèses que M. Méray.

Les dérivées des divers ordres s'obtiennent sans considération d'infiniment petits, d'une façon purement algébrique, en quelque sorte, en développant la série $f(x + h, y + k, \ldots)$ et en la mettant sous la forme $f(x, y, \ldots) + hf'_x + kf'_y, \ldots$, les quantités f'_x, f'_y, ... étant d'autres séries convergentes. L'auteur montre que ces coefficients sont des fonctions olotropes de x, y, ... dans les aires considérées. Il est alors amené tout naturellement à chercher com-

ment, de l'existence d'une série entière et convergente, donnée à priori, on peut tirer, dans certains cas, l'existence d'une fonction olotrope dans certaines aires, et sous quelles conditions cela a lieu. Il est évident déjà que toute série entière et convergente dans les cercles $\rho_x, \rho_y, \ldots$ est une fonction olotrope dans les cercles plus petits $\delta_x, \delta_y, \ldots$ avec les olomètres $\rho_x - \delta_x, \rho_y - \delta_y, \ldots$ En s'appuyant sur l'idée si importante du *cheminement*, l'auteur traite de cette question dans le cas le plus général, en supposant toutefois les aires obtenues par raccordement, $S_x, S_y, \ldots$, imperforées.

M. Méray déduit alors de la théorie des séries les propriétés les plus importantes des fonctions olotropes, puis il passe au calcul inverse des dérivées.

Dans ce chapitre, qui traite de ce qu'on entend communément par intégration d'une différentielle totale exacte d'ordre quelconque, l'auteur part de l'idée de fonction primitive; il n'y est question ni de quadrature, ni de somme d'infiniment petits. D'ailleurs, nulle part dans son ouvrage, l'auteur ne cherche l'origine de nouvelles fonctions dans ces opérations autrefois mystérieuses de différentiation, d'intégration..... Il n'y est, à proprement parler, question ni d'infiniment petits ni d'infiniment grands, quantités vagues dans bien des cas, fantômes numériques mal définis, qui laissent le doute si souvent après eux, tant que les démonstrations auxquelles ils servent de support n'ont pas été entourées de précautions parfois délicates, longues et minutieuses. Les raisonnements de M. Méray portent sur des nombres déterminés, sur des êtres numériques précis.

Il n'est pas dans notre but, avons-nous dit, de faire ici une analyse complète et détaillée de l'ouvrage de M. Méray. Nous espérons en avoir assez dit pour engager nos lecteurs à étudier attentivement la construction de l'auteur. Seulement, qu'ils y prennent garde, la lecture d'un livre pareil n'est pas aussi commode que celle d'un roman; malgré tout le soin que l'auteur a apporté à l'exécution de son œuvre, toute la clarté qu'il y a mise, il est difficile à suivre dans cette longue suite d'abstractions profondes où il se joue des plus grandes difficultés, et plus d'une fois le lecteur, après avoir pris une idée générale de quelques chapitres, devra revenir en arrière, approfondir chaque point, se résoudre à n'avancer que lentement dans la théorie. Mais qu'il se console : le véritable étudiant en mathématiques ne saurait mieux employer son temps qu'en le consacrant à se pénétrer profondément des doctrines du grand analyste. E. Humbert.

Scott (C. A.), *Professor of Mathematics in Bryn Maur College, Pensylvania.* — **An introductory Account of certain modern ideas and methods in plane analytical Geometry.** — 1 *vol. in-8° de* 288 *p. avec* 64 *fig.* (*Prix : relié,* 12 *fr.* 50). *Macmillan and C°, éditeurs, London et New-York*, 1895.

Le livre de M. Scott est divisé en 13 chapitres dont les principaux traitent des sujets suivants : coordonnées ponctuelles et linéaires et leur transformation, principe de dualité, propriétés et tracé des courbes, homographie et involution, transformation projective et linéaire, théorie de la correspondance.

Dans cet ouvrage, l'auteur, supposant de la part du lecteur une connaissance assez approfondie de la Géométrie cartésienne et du Calcul différentiel, cherche à présenter d'une façon systématique certaines idées et méthodes, familières dans les Mathématiques supérieures, mais qu'on a rarement l'occasion d'acquérir dans des livres d'ordre moins élevé. Il évite toutefois d'empiéter sur ce qui est, à proprement parler, la théorie des courbes planes supérieures, dont l'ouvrage peut d'ailleurs être considéré comme une introduction.

Jusqu'à un certain point, le champ que M. Scott s'est fixé coïncide avec celui des derniers chapitres du *Traité des sections coniques* de Salmon, mais les deux livres ne font pas double emploi, la manière dont ils sont traités diffèrant notablement. L. B.

Witz (Aimé), *Docteur ès sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.* — **Les Machines thermiques (à vapeur, à air chaud et à gaz tonnants).** — *Un vol. petit in-8° de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, dirigée par M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché,* 2 *fr.* 50; *cartonné,* 3 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils et G. Masson. Paris*, 1895.

« L'objet de ce livre est d'établir un parallèle entre « les diverses machines thermiques, et de les rapprocher dans un tableau d'ensemble, de manière à faire « mieux ressortir le caractère spécial de leurs cycles « respectifs. » C'est ainsi que l'auteur, dans la préface, définit le but qu'il s'est proposé et qu'il réalise magistralement.

Les cycles de Watt, de Stirling, d'Ericson, de Joule, sont examinés avec soin et discutés. M. Witz consacre plusieurs pages à l'importante question des régénérateurs et à celle, qui lui est connexe, des isodiabatiques de Rankine.

Assurément l'un des plus compétents en ces matières, le savant professeur de Lille expose en termes fort clairs les avantages particuliers des moteurs à vapeur d'eau et des machines à gaz tonnants; et, de leur comparaison, il conclut au grand avenir de ces dernières, appelées, pense-t-il, à supplanter les premiers dans beaucoup d'applications.

Il est certain que les machines à gaz de gazogène arrivent à donner aujourd'hui des consommations inférieures à ce que dépensent les meilleures machines à vapeur; mais, quoi qu'on ait dit, celles-ci nous paraissent encore susceptibles de perfectionnements importants.

D'abord, l'emploi des isodiabatiques permet d'augmenter un peu le rendement générique, en élevant la température *moyenne* de la source supérieure. Cette idée a été mise en pratique par M. Normand sur plusieurs torpilleurs. L'eau d'alimentation est en partie réchauffée avant son entrée dans la chaudière avec la la vapeur qui a déjà travaillé. Il est sans doute possible de faire mieux encore.

Ensuite, l'entrée en scène des turbines à vapeur, sérieusement cette fois, nous paraît devoir limiter l'essor des machines à gaz. Avec l'air comme fluide évoluant, les turbo-moteurs ne peuvent devenir pratiques à cause de la difficulté qu'il y aurait à réaliser la compression préalable de ce fluide, tandis qu'avec les liquides vaporisables il en est tout autrement. La turbine à vapeur, outre ses avantages au point de vue de la disposition mécanique, pourrait aussi procurer, nous en avons la conviction, de très faibles consommations. Sans user de liquides spéciaux, vaporisables à plus de 200° centigrades, le rendement pratique pourrait atteindre environ 0,20, ce qui correspondrait à une dépense de 0 kg. 450 seulement de bonne houille quelconque par cheval et par heure.

Quoi qu'il en soit de cette discussion, le petit livre de M. Witz présente un réel intérêt. La lecture en est facile, agréable même, oserions-nous dire, malgré les nombreuses formules qu'il a fallu inévitablement y mettre. On trouve aussi dans l'introduction et dans quelques chapitres un historique sommaire de l'invention des divers moteurs thermiques.

Nous pouvons ajouter que l'exécution typographique en est soignée, comme pour les autres volumes de l' « *Encyclopedie des Aide-Mémoire* ».

Comme erratum, signalons principalement une transposition de nombres qui s'est glissée (p. 71) dans l'évaluation du rendement théorique du cycle de Stirling. A. Rateau.

Bôcher (Maxime), *Privat-Docent an der Harward University zu Cambridge* (*Massachusetts*). — **Ueber die Reihenentwickelungen der Potentialtheorie** (*Sur les développements en séries dans la théorie du potentiel*). *Avec une préface de F. Klein.* — 1 *vol. in-8° de* 260 *pages avec* 113 *figures.* (*Prix :* 10 *francs.*) *B. G. Teubner, Leipzig*, 1895.

2° Sciences physiques.

Du Bois (H.) — Magnetische Kreise, deren Theorie und Anwendung. — 1 *vol. in-8°, de* 385 *p. avec* 94 *fig.* (12 *fr.* 50). *Springer. Berlin*, 1895.

L'idée d'assimiler les systèmes magnétiques à un circuit fermé a été émise, pour la première fois, sans doute, par Euler, dans ses célèbres *Lettres à une princesse d'Allemagne;* il admet, pour expliquer les phénomènes dont l'espace environnant est le siège, l'existence d'une matière subtile, décrivant, avec une grande vitesse, des circuits fermés, en passant de préférence dans les corps magnétiques. Toutefois, cette idée ne reposait pas encore sur une base expérimentale assez solide pour être généralement acceptée; les expériences de Coulomb vinrent ensuite, magistralement développées dans leurs conséquences par Poisson, et la théorie des pôles magnétiques fut établie. Telle est la puissance de persuasion de tout ce dont la forme est très parfaite, que la théorie de Poisson survécut aux travaux de Faraday et aux commentaires de Maxwell; il fallut que l'industrie s'en mêlât, que les recherches faites en vue de perfectionner la machine dynamo montrassent tout le parti que l'on pouvait tirer, au point de vue de la pratique, de la considération d'un circuit magnétique fermé, pour que cette idée prît, dans la Physique moderne, la place à laquelle elle a droit.

Jusqu'ici, les auteurs qui s'étaient occupés du circuit magnétique s'étaient contentés d'en développer un aspect particulier. Lord Kelvin, Gisbert Kapp, Cabanellas, Hopkinson, Ewing, à qui l'on doit beaucoup, avaient apporté chacun sa pierre à l'édifice. Mais leurs mémoires épars étaient d'un accès difficile, qui devait rebuter plus d'un chercheur; c'est dans le but d'en faciliter l'étude, que le Congrès des Electriciens, tenu à Francfort en 1891, émit le vœu qu'un ouvrage didactique, consacré exclusivement au circuit magnétique, vît bientôt le jour. M. du Bois, dont les recherches sur la question sont bien connues, était tout désigné pour entreprendre ce travail.

La méthode suivie par l'auteur est le développement progressif de la théorie, avec le contrôle permanent de l'expérience. Un tore uniforme est entouré d'une spirale parcourue par un courant électrique; on n'observe aucune action magnétique à l'extérieur, et cependant l'état particulier du tore est révélé par divers phénomènes mesurables; son diamètre est légèrement diminué, un faisceau de lumière réfléchi sur sa surface change de caractère au point de vue de la polarisation, la conductibilité électrique et thermique est modifiée, ainsi que le pouvoir thermo-électrique.

Mais, vient-on à introduire une irrégularité quelconque dans le circuit magnétique, aussitôt certaines lignes de force, qui étaient auparavant entièrement enfermées dans le milieu magnétique, aboutissent à sa surface, ou, tout au moins, à un point où elles subissent une réfraction, et ce point devient un centre d'action *à l'extérieur* (nous évitons ici d'employer l'expression d'action *à distance*, qui a le sens précis d'une action sans l'intervention d'un milieu intermédiaire).

En ouvrant complètement le tore, de manière à le remplacer par un barreau, placé cependant dans un circuit magnétisant fermé, on arrive au cas typique où les actions à l'extérieur sont le phénomène le plus apparent; c'est là que la force démagnétisante devient, pour la première fois, évidente; on y reviendra plus d'une fois au cours de l'ouvrage, et dès le début, pour en donner la valeur dans le cas d'un ellipsoïde, qui contient, comme cas particuliers : sphère, barreau, disque, etc.

Quant au magnétisme permanent, il est envisagé comme une hystérèse de très longue durée, assimilation un peu hardie, mais qui est confirmée par un ordre de phénomènes tout différent : la variation du zéro des thermomètres, et ses déplacements quasi-permanents, qui peuvent être expliqués d'une manière analogue. La théorie des aimants permanents exige, du reste, pour être comprise dans toute sa généralité, la connaissance de certaines notions qui ont fait leur apparition dans les sciences mathématiques avec les quaternions; l'auteur les passe en revue dans le troisième chapitre, consacré à la répartition lamellaire ou solénoïdale des vecteurs dans l'espace; la théorie des aimants s'en déduit par une simple adaptation.

Après une théorie générale de l'induction magnétique, on revient à l'étude approfondie du toroïde dans un champ magnétique, et, comme préparation aux cas de la pratique, on étudie les tores sectionnés une ou plusieurs fois, on calcule l'attraction des pôles et la force portante des aimants

Ayant ainsi préparé le lecteur à l'étude pratique du circuit par une théorie très complète, l'auteur aborde l'étude expérimentale des propriétés générales du circuit. Puis, dans un chapitre qui aurait pu, logiquement, être classé dans la première partie, il montre l'analogie des phénomènes magnétiques avec ceux que l'on peut envisager comme se produisant dans un circuit, ou qui, tout au moins, dépendent d'un potentiel; tels sont les phénomènes de filtration, de diffusion, de conduction de la chaleur et de l'électricité, enfin la polarisation diélectrique. Le circuit des machines dynamos sous les formes les plus ordinaires est traité dans un chapitre spécial, auquel il faut ajouter, comme complément très instructif pour la pratique, le chapitre suivant, consacré à divers électro-aimants et transformateurs. Le rôle de l'entrefer, l'action des discontinuités même très faibles, étudiées par Ewing et Low, l'action de la pression et l'influence du poli des surfaces en contact, étudiées dans ce chapitre, conduisent à cette conclusion que, lorsqu'un circuit magnétique est composé de plusieurs parties, les pièces doivent être polies et fortement pressées entre elles, si l'on ne veut pas s'exposer à diminuer beaucoup son action.

L'ouvrage se termine par la description des procédés de mesure du champ et de l'induction magnétique; on n'avait pas attendu jusque-là, bien entendu, pour donner une idée de ces mesures, dont il était nécessaire de connaître au moins le principe pour comprendre la base expérimentale des théories, mais dont la description détaillée était subordonnée à la connaissance des phénomènes.

Nous voudrions relever, dans cette dernière partie, plus d'un progrès auquel l'auteur a contribué; mais ce que nous avons dit suffira pour montrer que l'ouvrage de M. du Bois comble, de la manière la plus heureuse, une grosse lacune, et sera bien accueilli par tous ceux qui, élevés dans les anciennes théories des forces magnétiques, voudront se mettre, sans un travail démesuré, au courant des idées modernes, sur un sujet d'un haut intérêt pratique, et auquel le physicien ne peut rester étranger. Ch.-Ed. Guillaume.

Helm (G.) — Grundzüge der mathematischen Chemie. — 1 *vol. in-8° de* 135 *p. W. Engelmann. Leipzig*, 1895.

Sous le titre de *Chimie mathématique*, M. Helm étudie successivement ce qui concerne l'énergie en général, l'entropie, l'intensité chimique et ce qu'il appelle la *liberté des phénomènes physiques*, terme par lequel il faut plus spécialement comprendre les règles des phases énoncées par M. Gibbs et leurs applications aux phénomènes chimiques. Ce sont évidemment là des notions fondamentales, que l'on a raison de faire entrer dans le cadre de l'enseignement de la Chimie théorique. A ce point de vue, le petit ouvrage de M. Helm, qui fait une large part aux travaux de MM. Gibbs, Helmholtz, Horstmann, Ostwald, donne, sous une forme condensée, une idée nette de la façon dont cet enseignement est compris à l'étranger; il serait évidemment désirable que ces principes fondamentaux fussent envisagés partout de la même manière. Si tel n'est pas encore le cas, c'est une raison de plus pour les spécialistes de se tenir au courant des divers ouvrages publiés sur ces questions, et c'est à ce titre que nous croyons bien faire en signalant aux lecteurs de la *Revue* l'intéressante brochure de M. Helm. Ph. A. Guye.

3° Sciences naturelles.

Lavergne (Gaston), *Délégué du Ministère de l'Agriculture, et* **Marre** (Eug.), *Professeur départemental d'Agriculture de l'Aveyron.* — **Le Black-rot et son traitement pratique.** — *Une broch. in-18° de 60 pages avec fig. et planches. (Prix : 0 fr. 80). Feret et fils, éditeurs à Bordeaux ; A. Bru, éditeur à Rodez.* 1895.

La redoutable maladie de la vigne, connue en Amérique sous le nom de Black-rot, s'est montrée en France pour la première fois en 1885 et a été étudiée par MM. Viala et Ravaz. On chercha d'abord à la détruire en arrachant, puis brûlant les souches malades ; mais on reconnut bientôt le procédé impossible à continuer, car la maladie s'étendait toujours. Actuellement, le Black-rot est répandu à peu près dans tout le Midi de la France ; on le traite comme le Mildiou par l'emploi du sulfate de cuivre, et l'on réussit à limiter et à prévenir ses dégâts. Mais, en 189*x*, il a causé d'immenses ravages dans l'Aveyron. C'est pourquoi MM. Lavergne et Marre, qui l'ont étudié et suivi sur place dans ce département, convaincus de l'efficacité des traitements préventifs, ont voulu en vulgariser l'emploi parmi les vignerons dans un petit livre d'un prix modique. Ce livre est écrit sans aucune prétention ; les auteurs s'y appliquent à rendre justice à leurs devanciers, MM. Viala, Ravaz, Prillieux, etc., il nous paraît répondre au but qu'ils se sont proposé, et rendra service à ses lecteurs. C. Sauvageau.

Van Gehuchten (A.), *Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université Catholique de Louvain.* — **Le système nerveux de l'Homme.** — *1 vol. gr. in-8° de XVII-707 p. Uyspruyst-Dieudonné. Louvain,* 1895.

Ce premier essai de synthèse des résultats des récentes découvertes touchant l'histologie du système nerveux, tels qu'ils ont pu être réalisés au moyen des méthodes de Golgi et d'Ehrlich, est à tous égards une œuvre considérable. Rien de plus justifié que l'accueil favorable qu'il a reçu du public dans l'Europe entière. Grâce à la clarté de l'exposition et au nombre des figures, il est aujourd'hui relativement facile de se représenter cette structure de l'axe cérébro-spinal qui nous paraît la condition même de l'intelligence des fonctions du système nerveux central. La connaissance des connexions anatomiques, celle en particulier de l'origine, du trajet et des terminaisons des voies nerveuses dans les différents territoires du myélencéphale, voilà le fondement de toute conception scientifique des fonctions de la moelle épinière et du cerveau. Les derniers progrès en ce domaine sont dus à de purs procédés de technique microscopique, à des méthodes d'imprégnation métallique et de coloration, qui ont fait apparaître un monde jusque-là inconnu de formes et de structures. Et, comme l'événement l'a prouvé, ce n'est pas seulement l'anatomie, c'est la physiologie du système nerveux, je le répète, qui est sortie transformée de ces révélations. A côté de Golgi, de Ramon y Cajal, de Kölliker, de van Lenhossek et de Retzius, le nom de van Gehuchten figurera parmi ceux des réformateurs de l'anatomie du système nerveux.

Dans le livre que nous annonçons, comme dans l'étude magistrale de van Gehuchten que nous avons sous les yeux, *sur la structure des lobes optiques chez l'embryon de poulet*, on acquiert sans peine la conviction que l'esprit de synthèse n'a point, quoi qu'on dise, fait tort à ce savant histologiste. J'estime, au contraire, qu'il n'a montré dans tous ses ouvrages autant de pénétration et de critique que parce qu'il domine la matière si vaste de l'anatomie, entièrement renouvelée, du système nerveux.

Voici l'économie de ce grand corps des doctrines contemporaines sur l'anatomie du système nerveux de l'homme. Le livre s'ouvre par sept leçons consacrées à la morphologie macroscopique de l'axe cérébro-spinal. Suit une leçon sur les méninges. La deuxième partie, précédée de deux leçons sur l'histologie générale, sur la structure interne des éléments histologiques entrant dans la constitution du système nerveux central, ainsi que sur la signification physiologique de ces éléments, traite de l'anatomie topographique de l'axe cérébro-spinal étudié successivement par régions : moelle épinière, arrière-cerveau, protubérance annulaire, cerveau moyen, cervelet, cerveau intermédiaire, cerveau antérieur. Chacune de ces régions forme le sujet de plusieurs chapitres où l'auteur étudie : 1° la structure interne de la région au moyen de séries de coupes transversales ; 2° la circulation artérielle et veineuse ; 3° la description des nerfs périphériques appartenant à la région. Enfin, la troisième partie, et la plus importante à lire et à relire (leçons XXXII-XXXVII), résume sous forme de vue générale ou de synthèse les faits et la doctrine de l'œuvre entière.

L'auteur y étudie la division des faisceaux nerveux du névraxe en *voies longues* et en *voies courtes*. Les premières, reliant l'écorce cérébrale avec les organes périphériques, soit par voies centripètes, soit par voies centrifuges, comprennent la *voie motrice* ou des pyramides, la *voie sensitive* ou des fibres du ruban de Reil, les fibres des *pédoncules cérébelleux* inférieurs et supérieurs, y compris le *faisceau cortico-protubérantiel*. Les secondes, formées d'éléments nerveux à prolongement cylindraxile relativement court, soit ascendant, soit descendant, ne sortent pas de l'axe cérébro-spinal. Placés à tous les niveaux du névraxe, moelle épinière, moelle allongée, protubérance annulaire, cerveau moyen, ces neurones comprennent les fibres du *faisceau fondamental* des trois paires de cordons de la moelle épinière (antérieur, latéral et postérieur), et celles du *faisceau longitudinal postérieur*, les *fibres commissurales du corps calleux*, de la *commissure blanche antérieure*, *des fibres d'association*, longues et courtes, *des hémisphères cérébraux*. Van Gehuchten se demande si ces éléments des voies courtes sont des neurones moteurs ou des neurones sensitifs. « Ce sont peut-être, écrit-il, des *neurones mixtes*, des *neurones neutres*, ayant pour fonction de relier entre eux soit des éléments moteurs soit des éléments sensitifs, — ou bien de relier des éléments moteurs à des éléments sensitifs, et de répartir ainsi sur une étendue un peu plus considérable l'ébranlement recueilli par leurs *prolongements protoplasmiques*. » Les *prolongements cylindraxiles* de ces neurones neutres constituent les *fibres commissurales*, soit les *fibres commissurales longitudinales*, qui existent en nombre incalculable dans la moelle épinière, la moelle allongée, la protubérance annulaire et le cerveau moyen, soit les *fibres commissurales transversales*, qui forment une partie notable de la substance blanche du cervelet et du cerveau antérieur.

La dernière leçon, très sommaire, traite du système nerveux sympathique.

Le point cardinal de ce livre, comme de toute étude actuelle sur la structure du névraxe, c'est la théorie des neurones. Le principe de la contiguité substitué partout à celui de la continuité dans les rapports des éléments du système nerveux, voilà qui a fermé l'ère des anastomoses, comme l'a dit Ramon y Cajal. Le réseau nerveux diffus, de nature protoplasmique ou cylindraxile, de Gerlach ou de Golgi, révoqué en doute presque en même temps par Forel (1887) et par His, a été définitivement dissocié en individus organiques indépendants dont les extrémités se terminent librement, et donnent bien plutôt l'aspect d'un feutrage que celui d'un réseau au système nerveux. La dualité de la fibre et de la cellule nerveuse n'existe plus. La cellule nerveuse et son prolongement cylindraxile, apparu avant son prolongement protoplasmique ou *dendrite* (His), ne font qu'un seul et unique élément nerveux, qu'il s'agisse du système nerveux cérébrospinal ou du système sympathique. Ces unités nerveuses, ce sont les *neurones*.

Van Gehuchten insiste avec raison sur la modification profonde que, avec Ramon y Cajal et Kölliker, il a fait subir à la théorie de Golgi et de ses élèves, voire

de Nansen, touchant le rôle physiologique des prolongements protoplasmiques. D'après Golgi, le prolongement cylindraxile est seul de nature nerveuse; tous les autres prolongements cellulaires ne constituent que des appareils de nutrition destinés à puiser dans les vaisseaux les éléments nutritifs nécessaires à la vie de la cellule. Or, ces rapports des dendrites avec les vaisseaux sanguins ont été contestés par « tous les auteurs qui ont appliqué la méthode au chromate d'argent à l'étude de la structure des centres nerveux ». Ce qui démontre, avec la nature nerveuse des prolongements protoplasmiques, leur fonction de conductibilité, c'est, par exemple, que, dans le bulbe olfactif des mammifères, les prolongements protoplasmiques des grandes cellules mitrales reçoivent directement l'ébranlement nerveux que leur transmettent les prolongements cylindraxiles des fibres olfactives, et que, dans les lobes optiques des oiseaux, les arborisations terminales des fibres du nerf optique transmettent également l'ébranlement nerveux aux dendrites des cellules de ces ganglions.

La seule différence, non quant à la nature nerveuse des prolongements cylindraxiles et protoplasmiques, mais quant au mode de conduction nerveuse, c'est que le *sens* ou la *direction* de cette conduction est inverse dans les deux espèces de prolongements cellulaires. Dans les prolongements protoplasmiques, l'ébranlement nerveux est toujours transmis des ramifications terminales ou dendritiques à la cellule du neurone; dans les prolongements cylindraxiles, il est transmis de la cellule nerveuse aux arborisations terminales du cylindraxe. Là, la conduction est *cellulipète*, ici *cellulifuge*. « Cette hypothèse, dit van Gehuchten, que nous avons émise le premier d'une façon quelque peu dubitative en 1891, et que nous avons développée dans nos recherches ultérieures, a été défendue également par Ramon y Cajal sous le nom de *théorie de la polarisation dynamique des éléments nerveux.* » Or, cette hypothèse, contre laquelle Golgi a dirigé de sévères critiques, est en parfait accord avec les faits.

Ainsi, le sens suivant lequel s'exerce la conductibilité varie dans les deux espèces de prolongements d'un neurone. Le *contact utile* entre éléments nerveux, l'*articulation* (Ramon y Cajal) entre neurones superposés, bref, la transmission d'un élément nerveux à un autre élément nerveux, a lieu *exclusivement* entre les arborisations terminales du prolongement cylindraxile d'un neurone et les ramifications terminales des prolongements protoplasmiques, peut-être aussi le corps cellulaire, d'un autre neurone. Le prolongement cylindraxile (quelquefois un même neurone peut avoir deux et même plusieurs prolongements cylindraxiles) ne *reçoit jamais* l'ébranlement nerveux des prolongements protoplasmiques, ni des arborisations cylindraxiles avec lesquelles il entre en contact : il ne propage que l'ébranlement nerveux qui lui arrive de sa cellule d'origine et il ne le *transmet* qu'aux ramifications protoplasmiques ou au corps cellulaire d'autres neurones. De même, un prolongement protoplasmique ne transmet jamais à sa cellule d'origine que l'ébranlement nerveux qui lui est communiqué par des arborisations cylindraxiles. On conçoit que le principe d'unité *relative* de conduction nerveuse puisse être désormais invoqué, ce qui était impossible (Golgi l'a noté) dans la théorie des anastomoses du réseau nerveux diffus. M. van Gehuchten aurait pu insister sur ce point.

Quant au corps cellulaire du neurone (mais quelles des parties constituantes de ce corps?), il conserve sa haute importance physiologique : c'est à lui qu'arrivent les ébranlements nerveux recueillis par les dendrites ou reçus directement par le contact d'arborisations cylindraxiles d'autres neurones voisins; c'est de lui que partent les ébranlements nerveux que propagent le prolongement cylindraxile et les ramifications collatérales de ce prolongement, à la suite soit d'une excitation transmise par les ramifications dendritiques, soit d'une « modification spéciale survenue directement dans la cellule elle-même ».

C'est encore, il nous semble, avec toute raison, que van Gehuchten a établi comme criterium de la nature fonctionnelle d'un prolongement nerveux, abstraction faite des caractères morphologiques, qui sont loin d'être toujours distincts, le sens ou la direction suivant laquelle il conduit l'ébranlement nerveux. Pour les cellules nerveuses unipolaires des animaux inférieurs, les prolongements protoplasmiques seraient remplacés par le corps cellulaire lui-même. C'est ainsi que les prolongements périphériques des cellules des ganglions cérébro-spinaux doivent être tenus pour des prolongements protoplasmiques. Enfin, la cellule nerveuse, centre fonctionnelle du neurone, est aussi le centre génétique et le centre trophique de cet élément nerveux. L'action trophique de la cellule s'exerce non seulement sur le prolongement cylindraxile, mais sur le prolongement protoplasmique : tout nerf périphérique de sensibilité, qu'on doit considérer comme un prolongement protoplasmique, dégénère après une section qui le sépare de sa cellule d'origine dans un ganglion spinal.

Il me faut, à regret, fermer ce grand livre de van Gehuchten, où tant d'autres problèmes de la vie des neurones sont indiqués et discutés avec profondeur, sans que la considération de l'élément anatomique soit jamais un seul instant perdue de vue. C'est la seule méthode qu'on doit suivre dans l'étude des fonctions du système nerveux. Tout semble indiquer que les conquêtes de l'histologie du névraxe vont être aussi rapides qu'elles ont été éclatantes. Jules Soury.

4° Sciences médicales.

Soulier (Henri), *Professeur de Thérapeutique à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Traité de Thérapeutique et de Pharmacologie,** *suivi d'un* **Memento formulaire des médicaments nouveaux.** — 2 *grands vol. in*-8°, *de* 1000 *p. chacun* (*Prix* : 25 *francs*). *G. Masson, éditeur, Paris,* 1895.

L'ouvrage de M. Soulier représente six semestres de leçons professées dans notre grand centre universitaire de Lyon. On y remarque la préoccupation constante de tenir le lecteur aussi bien au courant des travaux étrangers que de ceux qui se font chez nous; ces derniers y occupent une place honorable, qui leur est malheureusement trop souvent refusée dans les publications françaises.

Les praticiens verront avec satisfaction qu'une large part a été faite à la *pharmacologie* proprement dite, à la description des médicaments, à leurs formes chimiques et pharmaceutiques : l'auteur n'a pas pour cela négligé la *pharmacodynamique* ou action physiologique des substances toxiques médicamenteuses, constituant la partie, sinon la plus pratique, du moins la plus intéressante et la plus savante.

Après avoir montré toute l'importance que l'on doit attribuer à l'expérimentation, M. Soulier met, avec raison, le praticien en garde contre la tendance que l'on a trop généralement à conclure de l'organisme sain à l'organisme malade. C'est ainsi que la précieuse propriété fébrifuge de la quinine n'aurait pu être découverte par l'analyse physiologique.

Pourtant il serait injuste de ne pas reconnaître que la découverte de quelques merveilleux agents thérapeutiques est due exclusivement à l'expérimentation : tout ce qui est resté d'utile dans la pratique des anesthésiques est sorti des laboratoires : il est vrai qu'il s'agit ici d'organismes sains, ou considérés comme tels, et que l'anesthésie chirurgicale est, pour cette raison, purement physiologique.

Très judicieusement, le savant maître lyonnais insiste pour que le praticien ne se dessaisisse pas prématurément de la *thérapeutique empirique*, basée sur l'observation et sur la clinique, tant que la physiologie et la pathologie expérimentales ne seront pas plus avancées.

Il examine les rapports de la thérapeutique avec la *bactériologie* et critique, avec raison, ceux qui s'obstinent à vouloir tuer des parasites souvent plus résistants que les organismes qu'ils habitent : il aurait pu citer le cas de ce médecin qui avait entrepris de rendre le sang acide pour empêcher le développement des germes de la tuberculose !

L'examen des *méthodes microbicides* directes ou indirectes, de l'*asepsie* et de l'*antisepsie*, et, en un mot, de toute la *bactériothérapie*, occupe une place importante et donne lieu à une analyse critique des plus approfondies.

A propos des *alcaloïdes végétaux*, des *ptomaïnes* et des *leucomaïnes*, l'auteur se livre à des incursions très instructives dans le domaine de la physiologie des centres nerveux, et montre qu'aucune des acquisitions nouvelles de la science ne lui est étrangère ou indifférente.

La *transfusion du sang* et ses dérivés, tels que le lavage interne de l'organisme par la méthode de Dastre et Loye, lui suggèrent des réflexions et des remarques importantes.

L'étude des *régimes*, si négligée dans la plupart des ouvrages de thérapeutique, se montre ici plus développée qu'ailleurs, mais, à notre sens, d'une manière encore insuffisante ; pourtant on lira avec intérêt les chapitres consacrés à la *diète carnée*, au *végétarisme*, aux diverses *cures*, au *régime antidiabétique*, etc.

Dans certains cas, il est indispensable de fournir à l'organisme des éléments constituants qui lui font défaut, et au sujet des idées de Schultz sur l'importance du soufre dans certaines chloro-anémies, M. Soulier rappelle à propos les recherches de M. Louis Olivier sur le rôle respiratoire de ce métalloïde et la théorie du philothion de M. de Rey-Pailhade.

Après l'*hydrothérapie*, c'est la *kinésithérapie* qui fournit une étude originale de l'influence de l'exercice et des diverses théories contradictoires relatives aux rapports de la chaleur et de la contraction musculaire.

Le *massage*, l'action du *froid*, de la *chaleur*, de la *lumière*, l'*aéropiézothérapie*, la *climatothérapie*, sont traités d'une manière très pratique. Notons encore l'*électricité* et *ses applications* : le médecin le moins familiarisé avec la physique actuelle pourra très rapidement se mettre au courant des idées et des procédés nouveaux en lisant les quelques pages d'une grande clarté consacrées à la technique.

La *médication antithermique* et particulièrement le rôle de *l'eau froide* dans la méthode balnéaire, si bien étudié par Weill, Roque, Tripier et Rouveret, s'y trouvent largement traités.

La précision, la netteté et l'absence de tout verbiage inutile ont permis à l'auteur de réunir, sous un volume convenable, une grande quantité de documents dont l'assimilation est considérablement facilitée par un style élégant, parfois humoristique et souvent relevé d'heureuses citations littéraires.

Nous ne saurions trop féliciter M. Soulier d'avoir évité toute vue d'ensemble systématique et de s'être laissé guider plutôt par la méthode naturelle qui consiste à grouper ou rapprocher les choses qui offrent le plus de points communs ou d'analogies.

Le nouveau *Traité de Thérapeutique et de Pharmacologie* sera certainement apprécié par tous les praticiens soucieux de se rendre compte de ce qu'ils font ou doivent faire, et dont les connaissances thérapeutiques ne se borneront pas à savoir consulter un formulaire de poche ou à collectionner des annonces de spécialités pharmaceutiques. On ne saurait trop en recommander aussi la lecture aux expectants exclusifs, serviteurs infidèles de la « Natura medicatrix », qui dissimulent mal leur ignorance sous le mépris qu'ils affichent pour les médications empiriques ou rationnelles, dont les bons effets ont été prouvés par la clinique.

Dr Raphaël Dubois,
Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

5e Sciences diverses.

Préville (A. de). — **Les Sociétés Africaines. Leur origine, leur évolution, leur avenir.** — *Un vol. in-8° de 342 p. avec cartes en couleurs dans le texte. (Prix : 6 fr.) Firmin-Didot et Cie. Paris*, 1895.

M. de Préville expose lui-même de la façon suivante l'intention qu'il a eue en écrivant cet ouvrage sur les *Sociétés africaines* : « Je me suis proposé comme objectif spécial d'examiner, dans leur constitution essentielle et dans les modifications qui naissent de leur contact réciproque, les diverses formes de société sous lesquelles se trouvent groupés les habitants du continent africain. »

La première « zone sociale » qu'étudie l'auteur, est celle des déserts du Nord. Il y distingue « quatre régions : celle des pasteurs cavaliers, celle des chameliers, celle des chevriers et celle des vachers ». Un paragraphe est réservé aux habitants sédentaires des oasis.

La seconde zone examinée est celle des montagnes de l'est, la troisième celle des déserts du sud. Le quatrième chapitre est consacré aux Boers de l'Afrique australe, le cinquième à la zone équatoriale, le sixième à la région du dourah et des pasteurs du Nil Blanc. L'auteur termine par la recherche de l'origine des races africaines, et des conditions de régénération sociale de la race noire.

Telles sont les grandes lignes de cet ouvrage.

On ne peut qu'applaudir au dessein de M. de Préville. Réunir les innombrables détails rapportés par les explorateurs sur la vie sociale des peuples africains, depuis quatre-vingts ans, et en former une vaste synthèse, voilà certes une entreprise digne d'encouragement. On sait que c'était le projet de Robert Hartmann, et qu'il l'a partiellement exécuté en publiant le premier volume de *Die Nigritier*. Mais ce premier volume date de 1879 ; le second est attendu en vain, depuis seize ans, et le sera vraisemblablement toujours. Nous éprouverions donc une certaine satisfaction à voir la science française aboutir, là où la science germanique, d'habitude si pleine de confiance en elle-même, hésite ou même se montre impuissante. Mais nous ne sommes pas certain que les études antérieures de M. de Préville l'aient suffisamment préparé à la tâche immense qu'il a entreprise. On est quelque peu étonné de ne pas le voir faire meilleur usage des observations des grands voyageurs qui ont parcouru l'Afrique depuis quarante ans. Pourquoi ne s'est-il pas davantage servi des relations de Barth et de Nachtigal, de Rohlfs et de Wissmann? Comment n'a-t-il pas tiré meilleur parti dans son premier chapitre des travaux d'Henry Duveyrier?

Cet ouvrage ne nous paraît donc pas suffisamment documenté, et, d'un mot, l'exécution ne répond pas aux intentions de l'auteur, qui, nous le répétons, étaient excellentes. H. D.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 518e et 519e livraisons. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes, Paris*, 1895.

Les 518e et 519e livraisons renferment des articles très intéressants sur le *laminage*, sur les différentes sortes de *lampes*, par M. L. Knab; sur le *lancement* des navires par M. Kerlero du Crano; sur la *langue* aux points de vue anatomique, physiologique et pathologique, par M. le Dr A. Cab; sur l'enseignement des *langues vivantes*, par M. A. Bossert; une monographie du département des *Landes*, due à M. A. M. Berthelot, et illustrée d'une magnifique carte en couleurs; la biographie de l'abbé de *Lamennais*, par Ch. Adam et celle du grand géomètre *Lamé*, par M. L. Sagnet.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Mars 1895.

M. le ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes adresse ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. **Weierstrass** comme Associé étranger. — M. **Adolphe Carnot** est élu Membre libre en remplacement de feu M. de Lesseps.

1° Sciences mathématiques. — M. **O. Callandreau** a continué l'étude du problème des lacunes dans la zone des petites planètes d'après les méthodes exposées antérieurement; il donne les résultats des calculs poussés jusqu'aux termes du troisième degré et en tenant compte du carré de la petite quantité $n - 2n'$. — M. **Darboux** présente une réimpression fac-similé de l'ouvrage de **Néper** : Mirifici logarithmorum canonis constructio et eorum ad naturales ipsorum numeros habitudines. — M. **F. Gonessiat** a continué ses recherches sur le déplacement du pôle; de l'ensemble de ses observations, poursuivies pendant dix années, l'auteur conclut que la correction de la latitude se compose d'un premier terme indépendant de l'oscillation annuelle, et de deux autres termes dépendant de deux périodes nouvelles : l'une de 650 à 660 jours, l'autre de 9 à 10 ans. — M. **A.-J. Stodolkievitz** montre que les coefficients X doivent satisfaire à certaines conditions d'intégrabilité dont la forme est autre que celle des conditions connues dans le cas où le système donné des équations différentielles :

$$dx_{r+1} = X_{r,1}\,dx_1 + X_{r,2}\,dx_2 + X_{r,3}\,dx_3 + X_{r,4}\,dx_4,$$

équivaut au système relatif :

$$dx_{r+2} = A_{r,1}\,dx_1 + A_{r,2}\,dx_2$$

$$(r = 1, 2, \ldots n-2), \left(n \geqq 6,\ r = 1, 2, \ldots n-4\right).$$

— M. **Paul Painlevé** donne une définition générale du frottement, d'après laquelle le théorème de Gauss sur l'écart prend la forme suivante : Pour que l'écart d'un système soit constamment minimum, il faut et il suffit que le système soit sans frottement. — M. **Le Roy** expose des considérations mathématiques qui permettent de résoudre, avec une entière rigueur, le problème du refroidissement d'un corps solide par rayonnement, c'est-à-dire trouver une fonction continue $V(x, y, z, t)$ jouissant des propriétés suivantes :

$$\Delta V = \frac{\partial V}{\partial t} = \frac{dV}{dn} = hV \quad V = \varphi(x, y, z)$$

pour $t = 0$. Les résultats précédents s'étendent au cas où il y a des sources de chaleur intérieures au corps, où le pouvoir émissif n'est pas le même en tous les points de la surface, où le milieu ambiant n'est pas à une température uniforme, enfin où la conductibilité varie avec la température.

2° Sciences physiques. — M. **G. Moreau** déduit de la théorie de l'absorption de la lumière dans les cristaux uniaxes les conclusions suivantes : 1° L'onde ordinaire qui vibre perpendiculairement à l'axe a un coefficient d'absorption constant, et la réfraction de l'onde n'est pas sensiblement modifiée par l'absorption quand le cristal est peu absorbant. 2° L'onde extraordinaire sera absorbée suivant une seule exponentielle et le coefficient d'absorption variera avec l'inclinaison de l'onde sur l'axe du cristal. 3° Les formules obtenues représentent bien les résultats obtenus par M. Camichel dans l'étude de l'absorption de plusieurs variétés de tourmaline. — M. **Jules Andrade** reprend la question de la discontinuité de la couche électrique ; il établit l'existence de cette discontinuité par une démonstration rigoureuse. La raison analytique de cette discontinuité de la force est de même nature que celle que la Géométrie indique dans le cas d'une densité λ constante. — M. **Edm. Fouché** expose un appareil imitant les mouvements exécutés par certains animaux pour se retourner sur eux-mêmes, sans appuis extérieurs; abandonné à lui-même, il exécute certains mouvements et change en même temps son orientation de près de 180°. — M. **Ch. V. Zenger** montre qu'en combinant deux miroirs de même rayon de courbure, et en disposant les surfaces symétriques de manière que le miroir convexe soit placé au milieu de la distance du grand miroir concave et de son foyer, il est possible de diminuer l'aberration sphérique au point que les images soient absolument exemptes de toute aberration de forme. — M. **Lucien Poincaré** établit qu'en combinant le mercure avec les sels alcalins des haloïdes, et particulièrement avec l'iodure de sodium, on constitue des piles secondaires liquides où les deux électrodes restent, après la charge, entièrement métalliques, le sodium se combinant avec le mercure pour former un amalgame. Ces piles fournissent un nouvel exemple de la possibilité de remplacer, en principe, les accumulateurs à plomb par d'autres combinaisons. — M. **Bernard Brunhes** a étudié l'effet d'une force électromotrice alternative sur l'électromètre capillaire et reconnu que l'électromètre se comporte de la même façon vis-à-vis d'une force électromotrice constante ou d'une force électromotrice alternative, à partir de la position du maximum de la constante capillaire. L'expérience s'interprète simplement comme par comparaison avec la charge d'un électromètre idiostatique pour une force électromotrice alternative. — M. **Désiré Korda** s'est demandé si, lors de la réduction des oxydes métalliques par le charbon, une partie de l'énergie chimique mise en jeu ne se manifeste pas aussi sous forme d'énergie électrique. Les bioxydes de baryum et de cuivre donnent nettement une force électromotrice, une fois arrivés à une température élevée, l'un directement avec le charbon, l'autre indirectement, c'est-à-dire par interposition d'un carbonate alcalin en fusion. — M. **Baux** adresse une note relative aux procédés employés pour essayer les robinets. — M. **J. Thoulet** signale l'application de la photographie à la détermination exacte du plan de certains bains de sable dont la position et les contours varient fréquemment et dont le levé est rendu ainsi à peu près impossible. La connaissance du plan exact à des époques et dans des conditions déterminées rendrait service à la navigation. — M. **Berthelot** développe ses expériences d'essais pour faire entrer l'argon en combinaison. Sur 100 volumes du nouveau gaz, 83 ont été condensés successivement à l'état de combinaison chimique, produite sous l'influence de l'effluve, en présence de la vapeur de benzine. — MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Lenderens** ont étudié l'action de l'oxyde azoteux sur les métaux et sur les oxydes métalliques ; les oxydations réalisées par l'oxyde azoteux diffèrent peu de celles que donne l'oxyde azotique étudié de même au-dessous de 500°. — M. **Raoul Varet** a déterminé la chaleur dégagée dans la combinaison du mercure avec les éléments chlore, brome, iode et oxygène; les nombres obtenus sont très voisins de ceux obtenus par M. Nernst dans des conditions différentes. Le même auteur a reconnu que la transformation de l'oxyde jaune de mercure en oxyde rouge ne donne

lieu à aucun effet thermique sensible, tandis que celle des iodures dégage 3cal. — M. **H. Le Châtelier** a déterminé la chaleur de formation de quelques oxydes calcinés insolubles dans les acides, en les faisant entrer, au moyen de la bombe calorimétrique, dans certaines réactions vives donnant un état final bien déterminé; il a opéré sur le protoxyde, le sesquioxyde, le carbonate et le silicate de fer. — M. **Paul Rivals** donne l'étude thermique des aldéhydes chlorés, l'aldéhyde monochloré et l'aldéhyde trichloré ou chloral; il compare leur chaleur de formation et leur chaleur de substitution à celles des chlorures d'acides chlorés isomères. Le même auteur a trouvé que la transformation de l'aldéhyde monochloré en son polymère cristallisé correspond à un phénomène thermique de $4^{cal}4$. — M. **G. Denigès** signale une combinaison du sulfate de mercure et du thiophène dont la facilité de formation et l'insolubilité rendent l'emploi très précieux, non seulement pour déceler des traces de thiophène, mais encore pour doser et extraire ce dernier dans les benzènes commerciaux. — M. **G. Tanret**, à propos de son étude des éthers acétiques des sucres, fait quelques remarques sur l'état des corps primitivement cristallisés que la fusion a rendus amorphes; il fait observer que le passage de l'état amorphe à l'état cristallisé se fait avec un dégagement de chaleur très notable, l'état cristallisé correspondant au système le plus stable. — MM. **Ph.-A. Guye** et **Ch. Jordan** ont entrepris l'étude des principaux éthers actifs de l'acide oxybutyrique actif; leur pureté a été constatée par l'égalité des valeurs observées et calculées de la réfraction moléculaire, qui donne une précision du même ordre que l'étude analytique. Les pouvoirs rotatoires dans la série passent par un maximum, conformément aux prévisions de la théorie. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Dastre** présente un mémoire sur les transformations de la fibrine par l'action prolongée des dissolutions salines faibles. Cette substance albuminoïde se conduit envers ces dissolutions faibles comme envers les solutions concentrées, c'est-à-dire qu'elle se délite, se résout en poussière et se dissout partiellement si l'on a éloigné tout microorganisme. On trouve dans la solution une fibro-albumine α, analogue au fibrinogène coagulable vers 55°; une fibro-globuline β, analogue à la sérum-globuline coagulable au-dessus de 75°; enfin des propeptones, des propeptoses et des traces de peptones. — M. **Müntz**, dans une note sur les rapports qui existent entre la production du vin et l'utilisation des principes fertilisants par la vigne, montre à quel point les exigences de ce végétal sont indépendantes de la quantité de vendange. — M. **Balland** compare quelques procédés de décortication des blés. — M. **Tissot**, continuant ses recherches sur l'acide carbonique dégagé par les muscles isolés du corps, démontre que cet acide provient de deux sources : 1° d'un phénomène physique : dégagement de l'acide carbonique préformé, contenu dans le muscle à l'état de dissolution ou de combinaison très instable; 2° d'un phénomène physiologique : production de CO^2 sous l'influence de l'activité vitale du muscle. — MM. **Apostoli** et **Berlioz** fournissent les résultats d'un an de recherches sur l'action thérapeutique des courants alternatifs à haute fréquence (auto-conduction de M. d'Arsonval), leur influence sur l'état général et dans les manifestations pathologiques les plus diverses. Pour cela, les malades soumis à ce traitement étaient placés chaque jour, pendant 15 ou 20 minutes, dans le grand solénoïde de M. d'Arsonval. Les effets ont été nuls chez certaines hystériques et dans plusieurs cas de névralgies localisées; par contre, les arthritiques, les goutteux, les rhumatisants, les glycosuriques, etc., ont retiré de ce traitement un réel bénéfice. L'état général de ces malades s'améliore dès les premières séances par la restauration des forces, le réveil de l'appétit, le retour du sommeil, etc.; puis, les troubles locaux, douloureux ou trophiques, s'amoindrissent, et enfin, parallèlement à cette amélioration symptomatique, la diurèse devient plus satisfaisante. Les combustions augmentent : car, à l'analyse, le rapport entre l'acide urique et l'urée se rapproche du rapport moyen $\frac{1}{40}$. Les auteurs ont, de plus, constaté une diminution considérable de sucre chez trois diabétiques également soumis à ce seul traitement. Comme on le voit, ces courants ont donc surtout une influence puissante sur les troubles fonctionnels provoqués par un ralentissement ou une perversion de la nutrition. — M. **M. Léger** continue ses recherches histologiques sur le développement des Mucorinées et trouve une structure commune à un certain nombre de genres, mais variable avec l'âge de ces Champignons. — M. **Traverso** fait la description géologique de l'Ossola (Alpes Lépontines).

J. MARTIN.

Séance du 25 Mars 1895.

M. le ministre de l'Instruction publique adresse ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection de M. **A. Carnot** comme Membre libre en remplacement de feu M. de Lesseps.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. **Baillaud et Rossard** adressent leurs observations de la planète BV (Charlois), faites au grand télescope de l'observatoire de Toulouse. — M. **H. Petit** communique les observations de la planète BT (M. Wolf, 16 mars 1895) faites à l'observatoire de Besançon (équatorial droit). — M. **Emile Picard** établit le théorème suivant sur la théorie des surfaces et des groupes algébriques. Lorsqu'une surface algébrique dans un espace à n dimensions :

$$S(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0,$$

admet un groupe G continu et fini de transformations birationnelles, si le groupe G est à r paramètres, on peut s'arranger de manière que les coefficients des fonctions rationnelles des x qui donnent le groupe, soient des fonctions uniformes de r paramètres s'exprimant au moyen des transcendantes de la théorie des fonctions abéliennes ou de leurs dégénérescences. — M. **A. Mannheim** énonce une propriété générale des axoïdes : Les développées successives d'un axoïde sont des axoïdes par rapport à des courbes engendrées de la même manière. — M. **Thomas Craig** généralise une formule établie par M. Darboux. — M. **Wladimir de Tannenberg** indique une classe assez étendue de systèmes d'équations aux dérivées partielles, pour laquelle le problème de l'intégration comporte une simplification. — M. **Emile Borel** énonce le théorème suivant : Étant donnée une équation linéaire aux dérivées partielles à coefficients analytiques, toute intégrale analytique de cette équation est donnée par la formule :

$$z = \int_0^{2\pi} \theta(x_1, x_2, \ldots, x_n : a_1, a_2, \ldots, a_n, r, \alpha) f(\alpha)\, d\alpha$$

où $x_1, x_2 \ldots x^n$ sont les variables; θ une intégrale particulière dépendant de $n+2$ constantes $a_1, a_2, \ldots, a_n, r, \alpha$; $f(\alpha)$ une fonction réelle arbitraire de la variable réelle α. — M. **Chapel** établit des équations du mouvement des projectiles dans l'air en tenant compte de la loi de la résistance de l'air, vérifiée expérimentalement entre 300 et 1100 m; ces équations donnent la solution complète du problème pour le tir de plein fouet. — M. **Alfred Grandidier** offre la feuille Nord de la carte à $\frac{1}{20.000}$ de la province centrale de Madagascar : l'Imerina.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **Delaurier** adresse une note ayant pour titre : Indication d'un procédé facile pour faire le vide parfait, même dans un très grand récipient, sans aucun mécanisme. — M. Berthelot annonce que M. **Ramsay** a découvert l'argon dans un minéral naturel, la clévite ou clévéite, à côté de l'hélium, élément hypothétique contenu dans le soleil. — M. **Berthelot** signale une fluorescence magnifique, jaune verdâtre, produite dans une de ses expériences sur l'ar-

gon ; cette fluorescence, étudiée au spectroscope, porte à regarder l'aurore boréale comme produite par un dérivé fluorescent de l'argon ou de ses congénères. — M. **Schutzenberger** a effectué des recherches sur les métaux de la cérite dans le but de préciser les poids atomiques de ces métaux. Les méthodes fondées sur la transformation du sulfate en bioxyde ou inversement sur la conversion du bioxyde en sulfate, manquent de base fixe. — M. **Dubois** a appliqué à la magnésie et à la glucine la méthode qui, avec l'alumine, lui avait donné la cryolithe potassique et la leucite; il a pu ainsi obtenir des fluorures doubles de magnésium et de potassium, ainsi qu'un silicate de magnésie et de potasse bien cristallisés. — M. **Léon Pigeon** indique un nouveau mode de préparation commode de l'acide chloroplatineux et de ses sels : il consiste à réduire l'acide chloroplatinique par la quantité calculée de dithionate de baryte cristallisé ; la réaction se passe suivant l'équation :

$$PtCl^6Ba + S^2O^6Ba + 2H^2O = PtCl^4H^2 + 2HCl + 2So^4Ba.$$

— M. **de Forcrand** a déterminé la chaleur de formation de l'acétylure de calcium en se basant sur sa décomposition par les acides; il est formé, comme l'acétylène lui-même, avec absorption de chaleur à partir de ses éléments. — MM. **J. Ville** et **Ch. Astre** ont étudié l'action de l'acide o.-aminobenzoïque sur la benzoquinone. Cet amine-acide se comporte à la façon des amines primaires à fonctions simples et présente certaines propriétés communes avec les diacétones. — M. **E. Petit** a suivi les variations des matières sucrées pendant la germination de l'orge. La proportion de sucre réducteur augmente constamment jusqu'au neuvième jour; l'accroissement est maximum du deuxième au troisième jour. Le saccharose augmente aussi d'une façon continue, mais avec une période d'accroissement très lent du troisième au sixième jour. Il y a une relation entre les quantités de sucre réducteur et de saccharose existant dans l'orge pendant la germination. — MM. **F. Bordas** et **Ch. Girard** recommandent l'emploi du permanganate de chaux dans l'épuration chimique des eaux ; l'eau traitée par ce corps ne contient plus de matières organiques et se trouve privée de tous microorganismes; elle ne contient que de faibles quantités de carbonate de chaux et des traces d'eau oxygénée qui continue à assurer l'asepsie du liquide.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Kunckel d'Herculais** adresse un mémoire intitulé : « Recherches sur la structure intime des organes tactiles chez les Insectes diptères; différenciation de ces organes en vue de la gestation. » — MM. **Berthault** et **Crochetelle** ont examiné un blé provenant d'un terrain salé en Algérie. Les sels, en pénétrant dans la plante, provoquent un ralentissement de l'activité végétale; puis les très fortes chaleurs amènent le dépérissement. — M. **E. Olivier** conteste l'opinion de M. Guebhard sur la formation des frondes anormales des fougères. — MM. **Van der Stricht** et **Walton** ont pu étudier l'origine et la division des noyaux bourgeonnants des cellules géantes sarcomateuses.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Mars 1895.

M. **Le Dentu** lit un rapport sur deux communications de M. le Dr **Duret** (de Lille), la première relative à la gastropexie, la seconde à la néphrolithotomie et à la néphrectomie dans les calculs ramifiés du rein. — M. **P. Cazeneuve** décrit un nouvel appareil permettant de stériliser le lait à la température de l'eau bouillante et d'assurer sa conservation indéfinie. — M. **Magitot** émet le vœu que l'Académie désigne une Commission chargée de rechercher les voies et moyens capables de conjurer ou d'atténuer les dangers du phosphorisme chez les ouvriers des fabriques d'allumettes. — A propos de la communication de M. Magitot, M. **Péan** résume ses recherches sur la nécrose phosphorée. — M. **Colin** lit un travail sur la pathogénie du coup de chaleur. Il établit que le moyen par lequel l'organisme se débarrasse de l'excédent de calorique venant de l'exercice ou d'une source extérieure est la double transpiration. Pour combattre l'hyperthermie, il importe donc de favoriser la transpiration.

Séance du 26 Mars 1895.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants étrangers dans la IIe Division (Chirurgie). MM. **Morisani** (de Naples) et **Julliard** (de Genève) sont élus. — M. **Lagneau** lit un rapport sur un mémoire du Dr **J. Bertillon**, relatif au surpeuplement des habitations et à son influence sur la validité et la mortalité. — MM. **G. Linossier** et **G. Roques** font une communication sur la glycosurie alimentaire; ils concluent que l'on doit se montrer très réservé dans l'interprétation de ce symptôme, car ils l'ont observé chez des gens très bien portants.

Séance du 2 Avril 1895.

L'Académie procède à l'élection d'un Correspondant national dans la IVe Division (Physique et Chimie médicales, Pharmacie). M. **Bleicher** (de Nancy) est élu. — — M. **P. Berger** fait un rapport sur un cas d'épispadias complet, opéré et guéri par le Dr **Pozzi**, au moyen de la méthode de Thiersch ; il avait été traité auparavant par un autre chirurgien au moyen du procédé de Duplay, mais le résultat fut nul. — M. **Laborde** fait un rapport sur un mémoire du Dr **Camus**, relatif à un cas de goître suffocant, avec dyspnée paroxystique et mort apparente, guéri par les tractions rythmées de la langue. — M. **Péan** fait une communication sur un cas d'hermaphrodisme; il s'agit d'un enfant dont on ne put déterminer définitivement le sexe qu'après avoir ouvert l'abdomen et recherché les organes génitaux au dedans. — M. **Le Dentu** fait une communication sur l'ostéotomie du maxillaire supérieur, qui, combinée avec la section de la cloison nasale, peut servir de temps préliminaire à certaines uranostaphylorraphies. — M. **H. Leloir** fait connaître un certain nombre d'affections cutanées peu connues qui se produisent à la suite de l'influenza.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 16 Mars 1895.

M. **Déjerine** rapporte deux cas d'atrophie musculaire progressive par polyomyélite chronique. — MM. **d'Arsonval** et **Charrin** ont étudié les effets d'un mélange de 96 % d'acide sulfureux et de 4 % d'acide carbonique, indiqué par Pictet comme très diffusible ; à cause de cette propriété c'est un désinfectant puissant. — M. **Rénon** rapporte un cas de tuberculose aspergillaire ayant évolué vers la guérison et amené la formation de tubercules fibreux. — M. **Berdal** donne une méthode pour la coloration des coupes de la moelle. — MM. **Apostoli** et **Berlioz** envoient une note sur l'action thérapeutique des courants de haute fréquence ; ils augmentent l'activité nutritive et doivent être employés dans les maladies dites par ralentissement de la nutrition. — M. **Linossier** adresse une note sur l'absorption cutanée de l'acide salicylique. — M. **Féré** rapporte un cas de cri réflexe chez un hémiplégique.

Séance du 23 Mars 1895.

M. **Gley** a recherché les modifications de structure de glandules thyroïdiennes après l'extirpation de la glande thyroïde. — M. **L. Meyer** montre que les traumatismes influent sur la localisation des substances solubles injectées dans l'organisme. — M. **Masoin** a trouvé que l'oxyhémoglobine diminue dans le myxœdème et se relève après la guérison, sans atteindre toutefois la normale. — MM. **Langlois** et **Guilbaud** ont étudié l'action de l'antipyrine sur les centres nerveux; elle agit d'abord et surtout sur les centres

cérébro-bulbaires et n'atteint la moelle qu'en dernier lieu. — M. **Tissot** établit une double origine au gaz carbonique exhalé d'un muscle séparé du corps : dégagement purement physique de gaz préformé, et formation due à l'exercice des propriétés physiologiques survivantes du muscle.

Séance du 30 Mars 1895.

MM. **Roger** et **Charrin** ont continué leurs recherches sur le pouvoir thérapeutique du sérum antistreptococcique et ont obtenu plusieurs guérisons dans des cas de fièvre puerpérale et d'érysipèle. — M. **Marmorek** a obtenu, par ce même sérum, de nombreuses guérisons dans des cas d'érysipèle. — M. **Thiroloix** communique le résultat de ses expériences sur la section des nerfs du foie chez les animaux normaux ou rendus diabétiques par l'extirpation du pancréas. — M. **Dastre** a décelé la présence du glycogène dans la lymphe, mais il ne le croit pas à l'état libre. — M. **Gaube** a déterminé les sels minéraux dominant d'un certain nombre de ferments albuminoïdes. — M. et Mme **Déjerine** signalent les connexions du noyau rouge avec la corticalité cérébrale. — M. **Mirallié** a étudié le mécanisme de l'agraphie dans l'aphasie motrice corticale. — M. **Marinesco** a observé les lésions de la moelle épinière à la suite des amputations ; il a trouvé une hémiatrophie portant sur la substance grise et sur la substance blanche du côté de l'amputation. — M. **Roussy** donne quelques indications sur l'action d'une diastase qu'il a isolée.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 1er Mars 1895.

M. **Amagat** poursuit ses études sur la pression intérieure et le viriel des forces intérieures dans les fluides. Il a déjà montré antérieurement que la fonction qui représente la pression intérieure dans l'équation générale des fluides doit être de la forme $\pi = T\frac{dp}{dt} - p$. Pour des pressions suffisamment grandes, cette pression atteint un maximum positif, puis décroît, et peut même, dans le cas de l'hydrogène, prendre des valeurs négatives. L'idée de pressions intérieures négatives a paru difficile à admettre. Cependant il n'est nullement nécessaire que la pression intérieure soit essentiellement positive, car, par un pur artifice d'algèbre, on peut à volonté faire passer une portion de l'effet du covolume dans la pression intérieure et réciproquement. D'ailleurs, tout ce qui va suivre est indépendant de la forme particulière adoptée pour l'équation des fluides. On appelle encore pression intérieure une autre fonction π' telle que $W = 3\pi'$, W étant le viriel des forces intérieures, défini par Clausius, et qui n'est nul que pour les gaz parfaits. M. Amagat calcule les valeurs numériques du viriel pour les principaux gaz et en déduit les valeurs correspondantes de cette nouvelle pression intérieure. Elle suit une marche analogue à la première, mais prend des valeurs entièrement différentes et devient bien plus rapidement négative. Or M. Sarrau a démontré que les fonctions π et π' deviennent égales à condition de supposer que le volume des molécules et l'amplitude des mouvements stationnaires sont petits par rapport aux distances des molécules. Il a d'ailleurs prévu que cette hypothèse ne doit guère pouvoir être appliquée aux fluides, mais qu'elle doit plutôt concerner les solides. Les déterminations de M. Amagat démontrent bien que la constitution des fluides ne répond nullement à cette hypothèse. D'ailleurs, M. Amagat démontre directement que, si le coefficient de pression $\frac{dp}{dt}$ est fonction du volume seul, π et π' sont des fonctions très différentes. Il passe ensuite à la représentation graphique du viriel. Les valeurs de W se lisent très facilement sur les isothermes représentant les produits pv en fonction de p, et on obtient de plus le lieu des points qui séparent les deux régions où les valeurs du viriel sont de signes contraires. Ces considérations montrent que les deux fonctions π et π', quoique distinctes, devraient cependant s'annuler en même temps. Par suite, l'hypothèse que l'énergie intermoléculaire est fonction de la température seule et qui a fourni l'expression de la fonction π, ne peut pas être considérée comme suffisamment exacte. L'auteur se propose d'entreprendre une nouvelle étude sur ce point. — M. **Broca** étudie la forme des surfaces focales dans les systèmes optiques centrés. Il est rare qu'un objectif photographique ou de microscope soit au point à la fois sur le centre et aux bords, même quand il ne présente pas d'astigmatisme. Lorsque, dans un instrument, l'astigmatisme n'est pas complètement corrigé, il est très difficile de définir le plan focal conjugué d'un plan perpendiculaire à l'axe ; il faut faire intervenir la position du diaphragme. Mais la difficulté disparaît pour les points où l'astigmatisme est nul ou minimum. M. Broca a fait, il y a plusieurs années, une étude de la position de ces points, dont le nombre est forcément limité. L'étude des propriétés des transformées optiques permet de résoudre le problème proposé. M. Broca énonce les propriétés les plus remarquables de ces transformées. L'ordre des contacts de deux courbes est conservé dans leurs transformées. La transformée optique d'un cercle ne dépend nullement de la position du centre du cercle sur l'axe. Puis l'auteur établit les conditions pour que la transformée optique d'un plan soit un plan. Il a fait construire un objectif photographique remplissant ces conditions. Cet instrument présente à peine d'astigmatisme aux bords, et il est réellement impossible de trouver une différence de mise au point entre le centre et les bords. Il justifie donc les calculs théoriques de l'auteur. Cependant il ne pourrait être utilisé pratiquement, car il présente une grande distorsion et est très peu lumineux. — A propos de la communication précédente, M. **Fousserau** expose un point qu'il a été amené à étudier et qui l'a conduit à des considérations très ingénieuses sur l'explication de la netteté des images rétiennes. Il s'est proposé de déterminer, dans le cas des lentilles infiniment minces, la forme des surfaces focales correspondant à un plan. Ce problème correspond au cas ordinaire où la partie centrale de la lentille (pour laisser de côté l'aberration des rayons marginaux) est éclairée à la fois par des faisceaux venant des différents points du champ. L'image d'un point se composant de deux droites focales, il existe deux surfaces focales différentes P′ et P″ correspondant à une surface donnée P. Lorsque P est un plan, P′ est une surface de révolution du second degré dont la convexité est toujours tournée vers le sens de la propagation de la lumière. P″ a une forme analogue, mais sa courbure est une peu moins prononcée. P′ et P″ sont d'ailleurs tangentes entre elles en un point S situé sur l'axe principal. Au voisinage de S, P′ et P″ diffèrent assez peu, et on a des images assez nettes. M. Foussereau étudie ensuite le cas des images virtuelles, et le cas des lentilles divergentes. Il se demande ensuite s'il n'y a pas une relation entre la forme des surfaces focales et celle de l'écran rétinien. On sait que la fosse centrale a une courbure plus prononcée que celle du reste du cristallin. La courbure de la fosse centrale ne correspond-elle pas justement à la courbure des images données par le cristallin ? Ainsi s'expliquerait la netteté des images perçues par l'œil. M. Foussereau signale ensuite les résultats relatifs aux miroirs sphériques. L'une des surfaces focales est un plan, et au voisinage du point S les deux surfaces sont plus écartées que pour une lentille, les images sont donc moins nettes. Enfin les résultats précédents s'appliquent à l'ensemble d'un nombre quelconque de lentilles infiniment minces situées à des distances finies, pourvu que le faisceau les traverse toutes en leur partie centrale, sinon les phénomènes d'aberration de sphéricité viendraient s'y ajouter.

Edgard Haudié.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 6 Février 1895.

M. Delhotel présente un filtre à sable facilement nettoyable, permettant, malgré son petit volume, de filtrer sous pression de grandes quantités d'eau bourbeuse. L'encrassement de la surface du filtre est combattu par un tourbillonnement produit par le courant d'eau à filtrer. Avec ce filtre, on a pu clarifier à grand débit des eaux chargées de précipités chimiques très fins. Des eaux difficilement filtrables sont rendues limpides grâce à un collage au sulfate d'alumine. L'appareil comporte, en outre, un distributeur automatique des réactifs : sulfate d'alumine, carbonate de soude, chlorure de baryum, permettant d'opérer les transformations voulues du liquide à filtrer. — M. Berlemont présente, au nom de **M. Etienne**, un régulateur de température à mercure, automatique, sans membrane de caoutchouc. Cet appareil donne un écart maximum de 3 degrés pour les hautes températures et de 2/10 de degré pour les températures voisines de 30°. Il a été, en outre, adressé à la Société un mémoire de **M. Julliard** sur l'acide dioxystéarique et sur la synthèse de l'huile de ricin, et une note de **M. A. Colson** sur les éthers cyanés et nitriles d'alcool.

Séance du 8 Février 1895.

M. Hanriot a préparé, en faisant réagir le chloral, en présence d'acide chlorhydrique, sur le xylose et sur l'arabinose, des composés correspondants aux produits similaires du glucose qu'il a précédemment étudiés. Ces nouveaux dérivés renferment un groupe CHOH de moins que leurs homologues. Ils donnent, par les mêmes procédés, des éthers acétiques et benzoïques. Le prunose de M. Garros paraît fournir un composé différant de l'arabinochloral. Cette formation de chloralose permet de reconnaître facilement une quantité très faible d'arabinose, même en présence de xylose ou de glucose. — **M. V. Thomas** a obtenu, par l'action du bioxyde d'azote sec à froid sur le chlorure ferrique, une poudre brune répondant à la formule $2\,Fe^2Cl^6$, AzO. A chaud, au-dessus de 40°, la poudre obtenue est rouge. Le corps brun donne le corps rouge si on élève sa température à 60° dans le bioxyde d'azote. En chauffant fortement ces composés, un courant de bioxyde les réduit, et on obtient du chlorure ferreux. C'est aussi le résultat trouvé en traitant directement le chlorure ferrique par le bioxyde d'azote à chaud. — **M. Lapicque** a essayé de doser le fer de l'urine humaine. On considérait que ce liquide en renfermait des quantités très faibles, mais appréciables. Si on opère ce dosage par des procédés différents, on ne trouve pas de fer appréciable. En additionnant l'urine d'une quantité de fer faible mais bien déterminée, M. Lapicque a pu retrouver 90 à 95 % du fer ajouté. On peut donc conclure que l'urine normale ne renferme pas de fer en quantité dosable. — **M. Maquenne** a étudié la maturation des betteraves et l'accumulation du sucre dans leurs racines. Si on mesure la pression osmotique par l'abaissement du point de congélation, on reconnaît qu'elle est sensiblement la même dans le système aérien et dans le système souterrain. Dans ce dernier cas, la pression osmotique correspond sensiblement à la quantité de sucre qui se trouve dans le système. On peut en conclure que, dans le suc cellulaire, le sucre est à l'état de liberté et non en combinaison avec quelque autre principe immédiat. L'accumulation du sucre dans cette partie de la plante paraît due à une tendance à l'équilibre de pression osmotique entre les feuilles et les racines.

Séance du 22 Février 1895.

M. Villiers a étudié les différences existant entre les sulfures de zinc basique et acide obtenus par précipitation, par l'hydrogène sulfuré, d'un zincate alcalin ou d'un sel de zinc. Ces produits, chimiquement et physiquement différents, n'ont pu être transformés l'un dans l'autre entre 0 et 100°. Certains oxydes et sulfures sont ainsi susceptibles de présenter des propriétés différentes, variables d'après leur mode de préparation; mais, en général, ces formes sont aisément transformables les unes dans les autres. En congelant certaines solutions ou plutôt certains corps, M. Villiers a pu aussi reproduire des transformations que l'on n'obtient généralement que par une élévation de température quelquefois considérable. En traitant ainsi le sulfure de zinc amorphe, très soluble dans le sulfhydrate de sulfure de sodium, on obtient un sulfure insoluble dans les mêmes conditions. Le sulfure rose de manganèse donne un sulfure vert. L'oxyde de cuivre bleu, hydraté, amorphe et instable, est transformé en oxyde bleu, cristallisé, stable. Les sesquioxydes n'ont pas été obtenus cristallisés par cette méthode; cependant, l'alumine ainsi traitée perd sa solubilité dans les acides et présente quelques indices de cristallisation. — **M. Et. Barral**, en traitant par le chlore le pentachlorophénol suspendu en poudre fine dans l'acide chlorhydrique concentré, a obtenu de l'heptachlorophénol C^6Cl^7HO. Ce corps, fusible à 98° en gros prismes opaques blancs, se décompose à 130° d'après l'équation :

$$C^6Cl^7HO = HCl + C^6Cl^6O,$$

en acide chlorhydrique et hexachlorophénol α, qui donne à son tour du chlore et du dioxydiphénylène, d'après l'équation :

$$2C^6Cl^6O = C^{12}Cl^8O^2 + 2Cl^2.$$

L'hexachlorophénol α peut aussi s'obtenir en chlorant le phénol en présence du perchlorure de fer anhydre, ou en traitant par le chlore à 90° le pentachlorophénol tenu en suspension dans l'acide chlorhydrique. M. Barral dépose, en outre, les mémoires suivants : 1° Formation d'éthers du pentachlorophénol par action des chlorures d'acides sur l'hexachlorophénol en présence du chlorure d'aluminium ; 2° Action du chlorure d'aluminium sur l'hexachlorophénol ; 3° Sur le parabichlorure de benzène hexachloré. Constitution de l'hexachlorophénol et de la quinone. — **M. G. Bertrand**, en opérant à l'abri des micro-organismes, a constaté que la laccase, ferment soluble de la sève de l'arbre à laque, oxyde directement les corps sur lesquels elle agit. Il y a dégagement d'acide carbonique dans cette action; ce phénomène est surtout très net avec l'acide gallique et le tanin. Ces réactions doivent jouer un rôle très important dans la respiration végétale. — **M. Lindet** a trouvé dans la pomme à cidre un ferment soluble dont les propriétés oxydantes sont identiques à celles de la laccase. C'est à cette réaction que serait due la coloration que prennent les pommes broyées, par action du ferment sur le tannin du fruit. L'action de la chaleur détruit ce ferment, mais on peut toujours obtenir la réaction en additionnant aux pommes cuites ou au jus bouilli, le précipité obtenu dans un jus frais non chauffé et traité par l'alcool. — **MM. Brochet et Cambier** décrivent quelques nouveaux dérivés de l'hexaméthylène-amine et les bases résultant de l'action de l'aldéhyde formique sur les chlorhydrates d'hydroxylamine, de méthylamine et d'ammoniaque — **M. Moreigne** a reconnu que, dans les dosages d'azote par le procédé Kjeldahl, l'emploi du perchlorate de potasse pour favoriser l'oxydation donne lieu à une perte d'azote. Cette perte est proportionnelle à la quantité d'azote de l'essai, la quantité de perchlorate employé restant fixe. Si cette dernière quantité varie, la perte est proportionnelle à cette variation jusqu'à une certaine limite maxima, elle-même variable d'après la richesse en azote de la substance à analyser. Cette perte peut atteindre au quart de l'azote total. — **M. Rosenstiehl** présente une note sur l'instabilité du tétraméthyldiamidodiphénylhydrol, et une note sur la tétraméthylbenzidine, produit de l'oxydation du tétraméthyldiamidodiphénylhydrol. — **M. Lescœur** adresse une note sur le dosage volumétrique des métaux.

E. Charon.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 7 Mars 1895.

M. **F. Stanley Kipping** a obtenu, en distillant le sel de calcium de l'acide $\alpha\alpha'$-$\alpha\alpha'$ diméthylpimélique avec de la chaux sodée, une huile dont il a pu isoler le diméthylkétohexaméthylène à l'état de pureté. En traitant ce produit par l'hydroxylamine, il a préparé une oxime $C^8H^{15}AzO$ facilement cristallisable de l'alcool. — M. **R. T. Plimpton** et **J. C. Chorley** emploient pour titrer les solutions d'iode, l'hyposulfite de baryum $BaS^2O^3H_2O$, préparé par $BaCl^2$ et l'hyposulfite de soude. — MM. **F. Stanley Kipping** et **William J. Pope** ont étudié les points d'ébullition des modifications racémiques du II monobromocamphre et du II monochlorocamphre dextrogyres et ont remarqué que ces modifications racémiques ont le même point d'ébullition que les autres isomères jouissant de l'activité optique. — MM. **E. Howorth** et **H. Perkin** junior F. R. S. ont préparé les éthers phényliques des glycols méthyléniques et éthyléniques. L'éther diphénylique du glycol méthylénique a été obtenu en faisant digérer du chlorure de méthylène dans une solution alcoolique de phénate de sodium. Il a pour formule: $C^6H^5.OCH^2.O.C^6H^5$. L'éther phénylique du glycol éthylénique $C^6H^5O.CH^2.CH^2OH$ se forme par l'action de la chlorhydrine du glycol sur le phénate de sodium. Les mêmes auteurs ont pu réaliser la synthèse de l'α méthylbutyrolactone. En faisant digérer l'éther éthylique du méthylmalonate de sodium dans une solution alcoolique de l'éther phénylique de la bromhydrine du glycol, ils obtiennent le γ-phénoxyéthyl-α-méthyl-malonate éthylique : $(COOC^2H^5)^2.C(CH^3).CH^2.CH^2.O.C^6H^5$ qui, par saponification, se convertit en acide γ-phénoxyéthyl-α-méthylmalonique : $(COOH)^2.C(CH^3).CH^2.CH^2.O.C^6H^5$. En traitant cet acide par l'acide bromhydrique et en faisant digérer le produit de la réaction avec du carbonate de sodium, il se forme du phénol et l'α méthylbutyrolactone. — MM. **H. Bentley** et **W. Burrow** ont préparé l'acide méthylisobutylacétique : $(CH^3)^2CH.CH^2CH)CH^3)COOH)$. Ils sont partis du bromure d'isobutyle qu'ils ont chauffé avec le dérivé sodique du méthylmalonate éthylique ; ils ont obtenu ainsi le méthylisobutylmalonate éthylique : $(CH^3)^2.CH.CH^2C(CH^3)(COOC^2)H^5)^2$ qui leur a fourni l'acide par saponification. Ils en ont préparé les dérivés avec l'aniline et la p. toluidine.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 7 Mars 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. **Wilhelm Wirtinger**: Théorie des fonctions Θ. L'auteur montre que les propositions relatives à ces fonctions, énoncées récemment par M. Poincaré, se déduisent comme cas particulier d'un théorème plus général. — M. **Mahler** : La chronologie des Babyloniens.

2° Sciences physiques. — M. **O. Tumlirz** : La chaleur de solidification des solutions. — M. **Weineck** envoie une nouvelle collection de photographies de la lune, photographies qui sont des agrandissements de clichés faits à l'Observatoire de Paris en utilisant le nouvel équatorial coudé. — M. **Carl Œttinger** : Transformation du triamidophénol dans le 1, 2, 3, 5, phentetrol par hydratation; ce produit nouveau donne une combinaison acétylée et un chlorhydrate caractéristiques.

3° Sciences naturelles. — M. **Gejza v. Bukowski** : Faune des Mollusques de l'île de Rhodes (2e article). — M. **V. Hauer** : Sur deux Crustacés peu connus.

CORRESPONDANCE

SUR L'ENSEIGNEMENT CHIMIQUE EN FRANCE

Au sujet de l'éducation scientifique des chimistes qui se destinent à l'industrie, nous indiquions tout récemment[1] que les idées émises ici-même par M. A. Haller semblent sur le point de recevoir un commencement de réalisation. M. Ch. Friedel, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, nous fait remarquer, à ce propos, l'importance des efforts tentés depuis quelques années dans le même but par un groupe de chimistes et d'industriels, et nous fait l'honneur de nous adresser la lettre suivante, que nous nous empressons d'insérer :

L. O.

« Monsieur le Directeur,

« Dans la note dont vous accompagnez le très intéressant et très utile article de M. Haller sur l'enseignement chimique à l'étranger (*Revue générale des Sciences*, 6e année, n° 5), vous attribuez à votre éminent collaborateur l'initiative « de la campagne de réforme qui se prépare en ce moment pour le relèvement de notre industrie par la science ».

« Je ne voudrais diminuer en rien la part qui revient à mon savant ami M. Haller dans cette campagne, à la fois par la création de l'Institut Chimique de Nancy et par les publications clairvoyantes et courageuses qu'il a faites depuis l'exposition de Chicago.

« Mais il pourrait paraître singulier à ceux que ces questions importantes intéressent que le besoin de perfectionner notre outillage scientifique et de le mettre davantage au service de l'industrie nationale fût resté jusqu'à ce jour inaperçu de ceux sur lesquels pèse la responsabilité de l'enseignement chimique.

« Il n'en est rien : c'est sous l'impression très vive de ce qu'il était indispensable de faire que deux chimistes, un industriel et un professeur, provoquèrent la création de l'École municipale de Physique et de Chimie, qui rend de si grands et bons services sous la direction de mon cher confrère M. Schützenberger.

« Plus tard, lorsque, par suite de circonstances malheureuses, la chaire de Chimie minérale du Muséum d'Histoire naturelle allait être supprimée, plusieurs membres de la Section de Chimie de l'Académie des Sciences, M. Schützenberger, M. Gautier et le signataire de ces lignes firent une démarche auprès du Ministre de l'Instruction publique pour obtenir le maintien de la chaire, ou tout au moins celui du laboratoire fondé par M. Frémy et qui était à Paris la seule école ouverte à tous pour l'enseignement élémentaire de la Chimie.

Le ministre, — c'était alors M. Léon Bourgeois, — frappé des arguments sérieux qui lui furent présentés, promit que le laboratoire ne serait fermé que quand il aurait été remplacé par un autre. Mais les ministres passent et leurs promesses avec eux. Le laboratoire fut supprimé. Il n'est pas encore remplacé.

« Depuis lors, tous les ministres de l'Instruction publique ont été saisis de la question et vivement sollicités à la fois par les professeurs de chimie et par les industriels. M. Poirrier a posé, il y a deux ans, au Sénat, des questions pressantes, sur ce sujet, à M. Dupuy, et obtenu de lui les meilleures promesses.

M. Denys Cochin a si bien plaidé la cause de la science à la Chambre qu'il a obtenu d'elle plus que des promesses : la preuve d'une grande bonne volonté dans des circonstances vraiment difficiles.

Un deuxième vote de la Chambre semble avoir rendu momentanément stérile le premier; mais la question est posée; elle devra maintenant être résolue. Il ne

[1] Voir *Revue générale des Sciences*, 1895, t. VI, page 236.

faut pas que l'on puisse dire, alors qu'il se crée partout des laboratoires nouveaux, qu'à Paris on détruit ceux qui avaient été organisés à grand'peine. Il importe de rouvrir ceux-ci en les mettant dans les meilleurs conditions possibles et en leur donnant le développement nécessité par les besoins actuels à la fois de l'enseignement scientifique et de l'enseignement industriel, dont les éléments se confondent.

« Vous voyez, Monsieur le Directeur, que l'état actuel de l'enseignement pratique élémentaire de la Chimie est un sujet de préoccupation depuis des années pour les intéressés, savants ou industriels. J'aurais pu citer encore la Chambre syndicale des Produits chimiques et la Société Chimique qui y ont cherché des remèdes, stimulées par M. Adrian, vice-président de l'une et président de l'autre.

« Les articles de M. Haller sont venus ajouter des arguments plus précis et plus pressants à ce qui avait été dit dans le même sens. On ne peut que lui en être très reconnaissant.

« Veuillez agréer, etc.

Ch. Friedel,
de l'Institut.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

LE MARQUIS DE SAPORTA

La nouvelle de la mort du marquis de Saporta a été douloureusement ressentie par tous ceux qui s'intéressent aux sciences naturelles : son nom était, en effet, connu de tous, en raison de la haute portée de ses travaux, qui, bien que très spécialisés dans leur objet, s'élevaient aux questions les plus hautes, aux plus grands problèmes de l'histoire de la vie à la surface du globe. Loin de se confiner dans une sèche observation des faits, il s'était efforcé de les interpréter, de saisir les liens qui les rattachent les uns aux autres, et, frappé des rapports qu'il constatait entre les types de plantes observés par lui à l'état fossile et ceux qui vivent aujourd'hui, il s'était fait, en ce qui concerne le monde végétal, le champion résolu des doctrines évolutionnistes. A plusieurs reprises, soit dans des ouvrages de vulgarisation, soit dans des articles publiés dans les revues les plus répandues, il avait exposé ces doctrines, et s'était attaché à faire ressortir les enchaînements qu'il avait reconnus entre les flores anciennes et la flore actuelle, à montrer par quelles séries de transformations s'était constituée cette dernière. La peine qu'il avait prise ainsi pour faire connaître à tous les esprits cultivés cette partie de l'histoire de la Terre n'était pas demeurée stérile, et ses lecteurs avaient apprécié la forme élégante et facile sous laquelle il savait présenter, de manière à les rendre accessibles à tous, des connaissances aussi spéciales.

Ce précieux talent d'exposition, M. de Saporta l'avait appliqué tout d'abord à des travaux de littérature et d'histoire, qui l'avaient seuls occupé jusqu'au delà de sa trentième année, car il n'avait pas trouvé tout de suite la voie dans laquelle son nom devait briller d'un si vif éclat.

Né à St-Zacharie (Var) le 28 juillet 1823, Louis-Charles-Joseph-Gaston de Saporta avait vu dans sa jeunesse son père, et surtout son aïeul maternel, Boyer de Fonscolombe, s'occuper de sérieuses études d'entomologie; ce dernier notamment a laissé un nom bien connu dans cette branche des sciences naturelles. Toutefois, si de Saporta avait puisé auprès d'eux le germe des goûts qui devaient plus tard l'entraîner vers la botanique fossile, il n'en avait pas eu conscience et ce germe était resté latent. Une impulsion fortuite devait suffire à son développement. Frappé de la ressemblance avec certains végétaux vivants d'empreintes de Conifères et de Nymphéacées, les unes d'Aix, les autres de Manosque, qui étaient arrivées entre ses mains, il se mit en rapport avec Ad. Brongniart, pour lui signaler ces empreintes et lui offrir de se livrer sur ces gisements à des récoltes suivies, afin de lui envoyer les échantillons qu'il pourrait trouver. L'illustre fondateur de la paléontologie végétale, frappé de la sagacité des remarques qui lui étaient soumises, s'empressa d'encourager son correspondant à entreprendre l'exploration des riches gisements qu'il avait à sa portée, mais le poussa à en étudier lui-même la flore, en lui promettant l'aide de ses conseils. La tâche n'était certes pas sans attraits, mais elle était singulièrement ardue et la voie à parcourir était loin d'être frayée : les premiers jalons de l'étude des Dicotylédones fossiles venaient à peine d'être posés en Autriche par Unger et par M. C. d'Ettingshausen, Heer commençait seulement ses travaux sur la flore tertiaire de la Suisse, et pour la France le terrain était absolument vierge : car Ad. Brongniart n'avait guère touché aux plantes de l'époque tertiaire et semblait avoir reculé devant la masse rapidement croissante des documents, d'une interprétation particulièrement délicate, fournis par les terrains récents. Plus d'un eût hésité à se lancer à la conquête d'un domaine aussi vaste et d'abord aussi difficile ; mais de Saporta avait le tempérament enthousiaste et résolu du pionnier, il comptait sur l'appui qui lui était promis, et, libre de toute entrave, il n'avait pas à craindre de se voir détourné de son chemin. Tout autour de lui, à peu de distance des trois lieux de résidence, Aix, Saint-Zacharie, Fonscolombe, entre lesquels se partageait sa vie, se trouvaient répartis des dépôts appartenant à toute une série de niveaux successifs, à l'éocène supérieur, à l'oligocène, au miocène, au quaternaire, qui devaient lui fournir les plus riches éléments d'étude : il se mit aussitôt à l'œuvre et se consacra dès lors tout entier à la paléontologie végétale.

Au bout d'un très petit nombre d'années, il avait recueilli une quantité considérable d'échantillons, et il en avait, grâce à de patientes recherches comparatives, mené l'étude à bonne fin. Dès 1860, il faisait connaître les premiers résultats de ses recherches dans une courte note, à laquelle succédait l'année suivante un exposé méthodique, plus développé, de la constitution de la flore de chacun des niveaux qu'il avait explorés.

En 1862, il commençait la publication de ses admirables *Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire*, et depuis ce moment pas une année ne s'est écoulée qu'il n'ait marquée par de nouveaux travaux, par de nouvelles découvertes, s'attachant à perfectionner sans cesse son œuvre, n'hésitant jamais à signaler et à rectifier les quelques erreurs inévitables qu'il avait pu commettre dans un premier examen de matériaux encore incomplets. De ces flores tertiaires qu'il avait tout d'abord étudiées, il en est deux dont il a toujours continué à s'occuper avec une prédilection toute particulière, à savoir la flore éocène supérieure d'Aix, et la flore aquitanienne de Manosque. Grâce à lui, la flore d'Aix est aujourd'hui la mieux connue de toutes les flores fossiles spéciales à une localité unique, et l'étude approfondie qu'il en a faite l'a amené, entre autres résultats intéressants, à faire justice des interprétations trop hâtives qui avaient fait croire à la prédominance des types australiens dans la flore éocène européenne. Il a montré, d'autre part, comment, de cette flore des gypses d'Aix, on est passé peu à peu, par élimination de certains types tropicaux, à la flore oligocène, en particulier à la flore aquitanienne telle qu'on l'observe à Manosque, et il a fait voir que certaines espèces de cette dernière, directement dérivées d'espèces éocènes reconnues à Aix, représentent manifestement la souche d'espèces vivant encore aujourd'hui dans la même région.

Remontant à l'origine de la série tertiaire, il a étudié de même la flore fossile de Sézanne, et, avec la collaboration

de M. Marion, celle de Gelinden, il a pu constater l'existence, dans les dépôts paléocènes, de bon nombre des types habituels des couches tertiaires plus récentes.

Il a suivi ainsi de proche en proche les transformations de la flore depuis le début jusqu'à la fin de l'époque tertiaire, où l'étude des tufs de Meximieux et des cinérites du Cantal lui a permis de reconnaître les différences que présentait alors la flore de nos pays suivant l'altitude et l'exposition, les types subtropicaux occupant les stations les moins élevées, tandis que sur les montagnes vivait une flore de Conifères et d'arbres feuillus voisine, à beaucoup d'égards, de celle qu'on observe aujourd'hui sur les mêmes points.

Avec ses recherches sur la flore quaternaire, de Saporta a complété de la façon la plus heureuse cette histoire si intéressante des modifications graduelles par lesquelles a passé le monde végétal, ainsi que des conditions climatériques qui ont présidé aux phases successives de son évolution.

Cette étude des flores tertiaire et quaternaire semblerait, tant les matériaux en sont nombreux et tant elle a été féconde en résultats, avoir dû occuper la vie entière de son auteur; elle a été loin cependant de suffire à son activité, et à peine avait-il terminé la troisième partie de ses *Etudes*, que, tout en préparant déjà la revision, sur de nouvelles séries d'échantillons, de la flore d'Aix, il entreprenait, pour le recueil de la *Paléontologie française*, la description des végétaux jurassiques de la France, à peine connus encore, et qui allaient faire de sa part, pendant une série d'années, l'objet des observations les plus intéressantes.

Bien qu'il se soit à peine occupé de la flore paléozoïque, de Saporta a porté cependant ses investigations, en ce qui concerne certains types particuliers, jusqu'aux premiers âges du globe : lorsque les travaux de M. Nathorst remirent en question l'attribution de bon nombre d'Algues fossiles, en particulier des Bilobites, il prit une part active à la discussion qui venait de se rouvrir, et, reprenant l'examen détaillé de quelques-unes de ces empreintes problématiques des formations les plus anciennes, ils s'efforça, par de nouveaux arguments, d'en démontrer la nature végétale. Si le beau travail qu'il leur a consacré n'a pas porté la conviction dans tous les esprits, il a prouvé du moins qu'il restait encore plus d'un point obscur à éclaircir, et il a puissamment contribué, tant par lui-même que par les nouvelles recherches qu'il a suggérées, aux progrès de nos connaissances sur ce sujet encore litigieux.

Il s'est attaché, en outre, à rechercher, dans les couches houillères et permiennes, les premiers représentants de certains groupes de Cycadées et de Conifères, et il a fourni notamment à l'histoire des Salisburiées des documents nouveaux du plus grand intérêt.

Enfin, la flore crétacée a été à son tour l'objet de ses travaux; malgré la pauvreté de la plupart des dépôts crétacés de notre pays, il a pu en faire connaître quelques types remarquables, mais c'est dans ceux du Portugal qu'il a trouvé les éléments les plus précieux : les explorations de la Commission géologique portugaise ayant amené la découverte de riches gisements d'empreintes, c'est à lui que l'étude en fut confiée, et peu de mois avant sa mort il avait eu le plaisir de voir arrivée au terme de son exécution cette magnifique *Flore mésozoïque du Portugal* à laquelle il travaillait depuis plusieurs années et qui vient d'enrichir la science de faits d'une si haute importance. Il a notamment constaté l'existence des Dicotylées à des niveaux auxquels on ne les avait pas encore observées en Europe, et il a pu en faire remonter la première apparition jusqu'à la base même du crétacé, où il semble qu'on assiste en quelque sorte à leur éclosion, dans des couches succédant immédiatement aux dépôts néojurassiques à flore encore composée exclusivement de Cryptogames et de Gymnospermes.

De Saporta a ainsi exploré dans son entier toute la série des couches de l'écorce terrestre, et il a su tirer des documents qu'il a étudiés les résultats les plus remarquables au point de vue philosophique. Il en a augmenté l'intérêt par la façon dont il a su les mettre en lumière, et par les essais de synthèse qu'il s'est efforcé d'en déduire : si parfois, comme dans son ouvrage en collaboration avec M. Marion sur l'évolution du règne végétal, il a fait une large place à des hypothèses, d'ailleurs nullement dissimulées, et aussi séduisantes qu'ingénieuses, le plus souvent les déductions qu'il présente découlent si naturellement du rapprochement des faits observés, que la conviction s'impose et qu'on ne peut se refuser à admettre des filiations en faveur desquelles il fait valoir des arguments si probants; à cet égard son étude sur l'*Origine paléontologique des arbres cultivés ou utilisés par l'homme* peut être citée comme un modèle.

Le marquis de Saporta était, depuis 1876, Correspondant de l'Académie des Sciences, et l'Académie royale de Belgique avait tenu également à l'inscrire au nombre de ses membres, à titre d'Associé étranger. Bien qu'il eût dépassé sa soixante-dixième année et qu'il eût ressenti déjà quelques atteintes du mal qui devait l'emporter, il avait conservé, avec une merveilleuse sagacité de jugement, une vivacité d'esprit, un enthousiasme pour les recherches, que peu d'hommes, même à leurs débuts, ont possédés au même degré et que peuvent seuls apprécier ceux qui avaient la bonne fortune d'être en relations avec lui. Travailleur infatigable, il avait, vers la fin de 1894, fait connaître ses dernières observations sur les Nymphéinées crétacées et tertiaires, et l'année 1895 devait être consacrée par lui à de nouveaux travaux; mais, le 26 janvier, la mort, en le frappant subitement, venait mettre à néant ces projets, dont la réalisation nous eût encore apporté tant de précieuses révélations.

Toujours prêt à répondre aux appels qui pouvaient lui être adressés par ses confrères en botanique fossile, même par les plus jeunes, à les faire profiter de sa science, à entrer avec eux en échange d'idées, à leur communiquer avec une inépuisable générosité les vues nouvelles qui lui venaient à l'esprit, à se prêter à des discussions dans lesquelles il apportait à la fois une conviction passionnée et une merveilleuse courtoisie, il laisse à tous le souvenir d'un maître profondément respecté et il emporte les regrets de tous. Pour quelques-uns, qu'il honorait d'une bienveillance plus intime, sa perte est particulièrement douloureuse, car c'est en même temps celle d'un ami. Pour la science paléontologique, c'est celle d'un des savants les plus éminents, d'un des plus lumineux esprits qu'elle ait comptés parmi ses adeptes.

R. ZEILLER,
Ingénieur en chef des Mines,
Chargé de cours à l'École des Mines.

Erratum. — Dans le récent article de M. Lindet sur l'*Evolution récente de l'Industrie du Sucre* (*Revue* du 15 mars dernier) trois coquilles ont altéré l'exactitude de deux tableaux et de deux phrases. Il convient de les corriger ainsi :

P. 225, 2e colonne : Supprimer le 2e alinéa.

P. 232, 2e colonne : Supprimer la 7e avant-dernière lig.

Le bénéfice des fabricants exportateurs n'est pas plus considérable que celui des fabricants qui livrent à la consommation intérieure. Le bénéfice que les uns et les autres tirent des excédents consiste à obtenir 60 francs sur des sucres qui n'ont été soumis qu'à un droit de faveur de 30 francs. C'est l'État ou la raffinerie qui rembourse ces 60 francs, et le bénéfice du fabricant ne se traduit que par une somme de 30 francs.

P. 232, 1re colonne, à lire : « Sous le coup de la surtaxe de 7 francs imposée aux sucres bruts et de 8 fr. aux sucres raffinés, l'importation des sucres étrangers a un peu baissé. »

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* LOUIS OLIVIER

6e ANNÉE N° 8 30 AVRIL 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'OXYGÈNE EST-IL UN CORPS SIMPLE?

La découverte de l'argon par Lord Rayleigh et le Professeur W. Ramsay ramène, d'une façon particulière, l'attention des chimistes sur l'éternel problème des éléments. Les corps actuellement réputés *simples*, et provisoirement tenus pour tels, ne contiennent-ils en réalité qu'une matière unique, spécifique et irréductible à toute autre? Ont-ils, d'autre part, été étudiés à l'état d'absolue pureté, et peut-on arriver à déceler en certains d'entre eux, à côté de l'élément dominant, quelque impureté, passée inaperçue, qui trahirait l'existence d'un corps nouveau?

Beaucoup de chimistes se posent actuellement ces questions. L'un des plus autorisés pour examiner de tels sujets, M. E. C. C. Baly, préparateur du Pr Ramsay à University College (Londres), vient de présenter, à ce propos, à la Société Royale de Londres, une Note importante, dont nos lecteurs trouveront ci-après (page 399) la traduction littérale. L'auteur s'est demandé ce que signifient les deux spectres de l'oxygène. Résultent-ils des vibrations différentes d'une seule et même molécule, ou bien, ce qui serait tout à fait étrange, correspondent-ils à deux gaz dus à la dissociation de la substance actuellement appelée oxygène?

M. Baly indique à ce sujet quelques expériences importantes. Mais il les rapporte d'une façon si sommaire qu'il est aujourd'hui impossible de discuter ses résultats. Il ne nous renseigne aucunement sur l'origine de l'oxygène sur lequel ses recherches ont porté. Ce gaz a-t-il été extrait, dans des conditions convenables, des composés oxygénés, ou a-t-il été pris à l'air, et, si oui, représente-t-il simplement de l'air privé d'azote, d'argon, d'acide carbonique, de vapeur d'eau...? La distinction serait intéressante : car, dans ce dernier cas, il ne semble pas *a priori* impossible qu'un parent chimique de l'oxygène véritable ait été confondu avec lui. Il paraîtrait beaucoup plus extraordinaire que l'oxygène extrait des combinaisons pût être dédoublé. Mais M. Baly est muet sur ce point. Son silence est probablement volontaire, et nous devons, en attendant un complément d'information, lui faire crédit de la correction de ses démonstrations. Le fait qu'il annonce est celui-ci : Si l'on soumet l'oxygène à l'effluve électrique, le gaz qui se porte à la cathode offre, après l'expérience et tout en restant de l'*oxygène* (O^2), une densité sensiblement différente de celle de l'oxygène non électrisé. Dans le cas des étincelles longues, la densité est moindre. C'est l'inverse quand on fait agir des étincelles courtes. Serait-ce à dire que la densité ordinaire de l'oxygène représente simplement la majeure partie des densités des molécules du gaz, et que l'effluve ait pour effet de trier ces molécules, en rassemblant celles qui sont de même poids?

Encore une fois, il est impossible de rien discuter Y a-t-il eu formation d'ozone (O^3 au lieu de O^2)? Les électrodes de platine employées ont-elles été, avant l'expérience, privées des gaz ordinairement occlus dans le métal? La pureté de l'oxygène primitif a-t-elle été suffisamment établie pour écarter l'hypothèse du transport d'un corps étranger vers une des électrodes? Nous n'en savons rien. — Quant à la dualité du spectre de l'oxygène, nous devons aussi, pour ne pas être, outre mesure, enclins à y chercher l'indication d'une dualité chimique, nous souvenir que les spectres de quelques corps, celui du cadmium par exemple, varient suivant les conditions de l'effluvation, suivant que l'étincelle est plus ou moins condensée.

Quoi qu'il en soit de ces doutes, permis en attendant une description plus détaillée, on ne peut s'empêcher de penser que M. Baly a évidemment dû en être, tout le premier, assailli; s'ils ne l'ont pas arrêté, c'est selon toute vraisemblance qu'il a cru les avoir écartés par l'expérience. Le seul fait que l'auteur a poursuivi ses investigations dans le laboratoire et sous la direction du Professeur Ramsay, semble constituer, à ce sujet, la meilleure des garanties, et impose aux chimistes l'examen minutieux de ses conclusions. Il nous a paru, pour cette raison, utile de les signaler tout particulièrement au lecteur.

Louis Olivier.

L'AVENIR GÉOLOGIQUE DE L'OR ET DE L'ARGENT

CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES

Il y a environ un demi-siècle, quand, vers 1848, on découvrit les grands gisements d'or de Californie, puis ceux d'Australie, ce fut, parmi les économistes, un cri d'alarme : l'or allait baisser de prix, l'argent allait être drainé en Europe pour les besoins de l'Asie et disparaître de la circulation; il fallait à tout prix éviter cette catastrophe, et la crainte fut poussée si loin qu'en Belgique et en Hollande notamment, pour se protéger contre l'invasion de l'or qu'on redoutait, on cessa un moment de l'admettre dans les caisses publiques.

Cinquante ans environ ont passé, et voici qu'un nouvel âge de l'or semble commencer, mais salué, tout au contraire, comme le prélude possible et impatiemment attendu d'un réveil industriel et commercial; c'est avec joie que l'on voit, depuis deux ou trois ans, la production de l'or augmenter d'une façon remarquable, et personne, croyons-nous, n'est plus atteint de frayeur à l'idée que ces masses d'or, chaque jour jetées dans la circulation, puissent devenir surabondantes; au contraire, on aperçoit là un moyen de sortir de la crise qui sévit actuellement sur le monde entier, en ramenant le métal précieux dans les pays à change déprécié, en facilitant partout, avec la circulation monétaire, les relations d'échange, etc., etc. Pourquoi cette différence d'appréciations? C'est que, dans l'intervalle, un fait capital s'est produit, que l'on n'avait pas su prévoir et qui, cependant, nous paraît, malgré des ressauts momentanés tels que celui auquel nous assistons présentement, destiné à s'accentuer encore dans l'avenir : l'argent s'est de plus en plus déprécié par rapport à l'or; son prix, qui était d'environ 218 francs le kilo vers 1848, qui était même monté à 226 de 1860 à 1863, est tombé à près de 100 francs pendant l'année 1893; en conséquence, tous les peuples, pris de panique, ayant cherché à se débarrasser du métal avili pour se précipiter sur l'or, ce dernier s'est fait de plus en plus rare, le mouvement s'est accéléré par ses conséquences propres, et dans les pays où l'on a essayé d'y résister isolément, par mesures fiscales inconsidérées, comme aux États-Unis, on s'est trouvé acculé à la crise intense que supporte actuellement ce pays.

L'essor récent de la production aurifère ne fait donc que tempérer, dans une faible mesure, un état de choses que l'on considérait généralement comme un malheur; il faudrait un tout autre développement des mines d'or que celui auquel on s'attend aujourd'hui pour renverser cet état en sens contraire.

Mais, dans ces conditions, il est permis de se demander — et la question se pose, en ce moment même, de tous côtés dans les congrès des bimétallistes — si ces changements de valeur des monnaies, tellement nuisibles au commerce général, ne sont pas la conséquence logique d'un phénomène naturel et géologique, et s'il n'existe pas, entre les prix de l'argent et de l'or, un certain rapport rationnel vers lequel on doit tendre fatalement de plus en plus à mesure que la conquête de la Terre par l'homme sera plus avancée. Nous ne proposons assurément pas de fixer d'avance ce rapport par une loi; car, outre qu'il est impossible de le prévoir exactement d'avance, l'intervention de la loi humaine ne peut être que funeste lorsqu'elle essaie de fausser momentanément les lois naturelles qui la dominent de si haut; mais il serait certainement bon de faire entrer cette loi dans nos prévisions d'avenir pour régler, en conséquence, toutes ces graves questions de choix d'un étalon monétaire, d'achat de métaux précieux à l'Étranger, de constitutions de réserves métalliques, etc., etc. C'est ce rapport dont la Géologie va nous permettre d'apprécier, — sinon la valeur, qui nous est absolument inconnue, — du moins, ce qui est déjà beaucoup, la tendance.

Nous allons donc, avant tout, chercher à nous faire une idée des quantités relatives de métaux précieux qui peuvent être encore à notre disposition dans l'écorce terrestre.

I

Ces quantités, disons-le tout d'abord, sont très loin d'être inépuisables. L'homme a été singulièrement gâté depuis un siècle environ, depuis un demi-siècle surtout, par l'essor extraordinaire qui s'est produit dans ses connaissances scientifiques, dans son activité industrielle, dans sa prise de possession de la Terre. Le commencement du XXe siècle ne fera, sans doute, qu'accentuer et accélérer les tendances du XIXe; mais il faut bien se rendre compte que ce développement extraordinaire de la puissance humaine ne durera pas toujours ni même très longtemps; l'époque dans laquelle nous vivons peut bien, sans illusion d'optique, être considérée comme une époque spéciale, comme une phase particulière et critique dans l'histoire de l'humanité. Nous agissons tous aujourd'hui plus ou moins comme ces mineurs de l'Ouest américain qui, cherchant uniquement le minerai riche, le « minerai payant », gaspillent à

jamais les ressources en minerai plus pauvre qui peuvent se trouver à côté; que leur importe! Le premier gîte une fois épuisé, ne trouvent-ils pas bien vite un filon voisin qui leur prodiguera ses nouvelles richesses? mais, avec la fièvre de l'or qui travaille le monde entier, il n'est pas besoin que l'homme blanc soit depuis bien longtemps installé dans un pays pour que tous les filons riches qui s'y trouvent soient découverts et, une fois découverts, rapidement taris et vidés; alors les prospecteurs repartent plus loin vers les pays vierges; oui, tant qu'il y a des pays vierges; mais, du train dont nous allons, la richesse minière de la Terre tout entière sera connue et mise en valeur d'ici à bien peu de temps, et alors les années de disette succéderont aux années d'abondance.

Il est trop évident que le nombre des gisements d'or et d'argent qui existent à la surface du globe, est absolument limité; mais il n'est peut être pas inutile de dire que ce nombre, limité en théorie, est également très réellement restreint en pratique. Surtout lorsqu'il s'agit de l'or, cette rareté apparaît aussitôt quand on observe combien, dans tous les pays de civilisation un peu ancienne, en Europe particulièrement, ces gisements d'or, qui ont pourtant existé jadis là comme ailleurs, nous en avons la preuve, ont disparu, ayant été tous épuisés. Suivant une vieille remarque, souvent citée, de de Humboldt, l'or, à toutes les époques, est venu des confins de la civilisation, des étapes les plus récentes de celle-ci en pays barbare, de ce que l'on pourrait appeler ses Marches.

Sans doute, si l'on examine une liste des gisements de métaux divers existant dans un pays quelconque, on pourra s'étonner, surtout après cette observation, de voir combien ceux d'or sont nombreux, presque aussi nombreux souvent sur le papier que ceux de tel métal infiniment plus commun, comme le plomb, par exemple; mais cela tient à ce qu'on classe comme gisements d'or des roches qui parfois ne renferment que quelques grammes d'or à la tonne, une teneur de 0,0005 °/₀, par exemple, alors que la teneur d'un gîte de cuivre sera tout au moins de 2 ou 3 °/₀ et celle d'un gîte de plomb de 8 ou 10 °/₀. Il y a, dans cet ordre d'idées, un élément psychologique qui nous paraît appelé à avancer, dans une large mesure pour l'or, l'époque où tous les gisements auront été reconnus : c'est l'attraction extraordinaire qu'exerce ce métal sur l'esprit humain. Si le nombre de tous les filons d'or exploitables encore à découvrir à la surface de la terre est A, celui des filons d'argent B, il serait assez logique de supposer que, chaque année, les nombres des filons mis en valeur pour chacun des métaux sont dans un rapport se rapprochant de $\frac{A}{B}$, et alors cette proportion devrait se maintenir jusqu'au dernier jour; mais en réalité, le rapport est certainement et a toujours été beaucoup plus grand qu'il n'aurait dû l'être; d'où cette conclusion nécessaire que tous les filons d'or auront été reconnus et épuisés longtemps avant les filons d'argent; et de même, ceux-ci avant les filons de plomb, etc., et il en est ainsi parce que, séduits par le prestige de l'or, le prospecteur au début aussi bien que l'actionnaire plus tard se précipitent vers les mines du noble métal qui leur fait espérer des fortunes énormes, même lorsque ces mines sont, en réalité, destinées à un échec prochain. L'histoire des mines du Farwest américain en a donné une preuve typique; ce n'est que lorsque l'or a manqué qu'on s'y est rabattu sur l'argent, puis sur le cuivre et le plomb. A ce propos, on a pu affirmer sans invraisemblance que, si l'on faisait la somme de tous les capitaux engagés aujourd'hui dans les mines d'or, le nombre de celles qui font des pertes est tel que le capital total ainsi calculé serait loin d'être rémunéré. Une mine, par hasard, dont les actions auront décuplé en quelques jours, produit, à cet égard, le même effet démoralisant qu'un gros lot gagné par un ouvrier à la loterie : aussitôt tous ses compagnons s'empressent de prendre des billets. Nous en voyons aujourd'hui un exemple notable avec le succès de quelques mines d'or du Transvaal, dont certains financiers sans scrupule ont immédiatement profité pour écouler dans le public des actions de mines d'or de toutes sortes, placées dans tous les pays, sans aucun rapport avec celles qui ont réussi et vouées, pour la plupart, à une faillite certaine.

II

Nous venons d'indiquer, en passant, une différence entre les filons d'or et d'argent au point de vue de ce qu'on peut appeler le coefficient psychologique d'attraction; et, comme ce coefficient psychologique a exercé son influence depuis l'origine de l'humanité, comme, en outre, les minerais d'or d'affleurement se présentent sous une forme beaucoup plus frappante, beaucoup plus facile à reconnaître que ceux d'argent, souvent à l'état d'or natif au lieu de terres argentifères chlorurées ou bromurées, semblables à des boues quelconques, il est bien certain que l'extraction de l'or disponible est beaucoup plus avancée que celle de l'argent et, par suite, que le terme de cette extraction est plus proche.

Nous n'avons, d'ailleurs, pas besoin de remarquer que l'or est une substance singulièrement plus rare que l'argent; cette rareté relative est la cause première de la différence de valeur considé-

rable qui existe entre les deux métaux; et l'on peut même essayer d'en indiquer la cause géologique. Tout se passe, en effet, dans l'écorce terrestre comme si, à la suite de la fluidité première que nous supposons à notre planète, les éléments s'étaient groupés, dans ce bain fondu, suivant leur densité, par couches concentriques d'autant plus rapprochées du centre qu'ils étaient plus lourds; en sorte que nous rencontrons aujourd'hui à la surface une majorité d'éléments chimiques à faible poids spécifique, tels que la silice, les alcalis, les métaux alcalino-terreux, tandis que la partie centrale présente, d'après les mesures astronomiques, une densité de deux à trois fois plus forte. Les métaux lourds, qui se sont accumulés au début vers le centre, ne se sont donc élevés vers la surface, qui seule nous est accessible, que dans des circonstances rares et sous l'influence, par exemple, de minéralisateurs spéciaux, en sorte que la fréquence des métaux dans les couches superficielles est une conséquence de deux facteurs : d'une part, leur faiblesse de densité; de l'autre, leur affinité plus grande pour les minéralisateurs. L'or, dont la densité est 19,26, tandis que celle de l'argent est 10,5 et qui, en outre, est tellement rebelle à tous les agents chimiques, se trouve tout naturellement en quantités beaucoup plus faibles dans l'écorce superficielle.

En résumé, le nombre des gisements d'or et d'argent existant à la surface du globe est loin d'être pratiquement illimité; ce nombre est beaucoup plus grand pour l'argent que pour l'or, et la découverte des gîtes d'or est, pour des causes psychologiques, toujours très en avance sur celle des gîtes d'argent.

Mais, dans la production minière, le nombre des gisements exploités n'est qu'un élément d'évaluation qu'il faut compléter par la teneur totale de chacun d'eux. Or, cette teneur dépend essentiellement de la profondeur à laquelle on peut descendre, ainsi que de la façon dont le gîte se modifie en profondeur. En ce qui concerne les limites d'extension verticale des mines, l'homme, malgré sa science et son orgueil, se heurte encore à des limites infranchissables qui lui ont été imposées par la Nature et que toute son énergie, toute son avidité du gain ne peuvent lui permettre de dépasser, car elles dépendent de sa propre constitution physique. Ces limites tiennent à l'accroissement de température bien connu qui se produit lorsqu'on s'enfonce. En général, dans la plupart de nos mines, où l'on est au plus descendu jusqu'ici à 1.100 ou 1.200 mètres de profondeur, cette élévation de température n'est pas un obstacle insurmontable; mais, dans certaines mines où l'augmentation de chaleur se produisait plus rapidement, par suite de circonstances spéciales, notamment par le contact avec des roches éruptives, au Comstock, par exemple, on a pu se rendre compte de la nature des difficultés qui en résultaient.

Dans le filon du Comstock, la température était arrivée à 32° à 400 mètres, 38° à 500 mètres, 40°,5 à 600 mètres, 41° à 700 mètres; dans ces conditions, on a eu beau renouveler les postes des mineurs toutes les trois heures, inonder d'eau les chantiers, fournir à chaque ouvrier jusqu'à 50 livres de glace par poste, des hommes sont tombés frappés d'apoplexie, et il a fallu renoncer à la lutte dans les chantiers les plus profonds.

Cette limite qui, dans ce cas spécial, a été atteinte particulièrement vite, le serait, suivant toutes probabilités, à peu près partout au plus tard à deux kilomètres de la surface, et, de ce côté-là également, le champ d'investigation du mineur est absolument restreint, étant réduit à une très mince croûte superficielle de l'écorce terrestre.

D'ailleurs, longtemps avant d'arriver à cette limite absolue, le mineur est interrompu presque toujours par l'accroissement des frais d'extraction, d'épuisement, etc., qui finit par supprimer absolument son bénéfice. Mais on peut répondre à cette dernière restriction qu'en ce qui concerne les frais, un accroissement notable dans la valeur de la substance extraite, telle qu'il peut s'en produire un pour l'or, reculerait immédiatement cette limite pratique et parfois permettrait de reprendre le travail dans une mine que l'on considérait comme devenue inexploitable.

Ces considérations générales, relatives aux limites d'exploitabilité en profondeur, sont communes à toutes les catégories de filons d'un métal quelconque; au contraire, il est un ordre de phénomènes qui varient essentiellement suivant la nature du métal exploité et qui introduisent une grande diversité dans l'histoire industrielle des divers gisements : ce sont les modifications de ces gîtes en profondeur. Pour l'or et l'argent, en particulier, les conditions sont absolument différentes, et c'est sur cette question, dont l'étude a évidemment une importance de premier ordre pour l'avenir des deux métaux, que nous nous proposons maintenant d'insister.

III

Quand il s'agit de l'or, les premiers gisements que l'on découvre en pénétrant dans une région nouvelle sont toujours des alluvions; ces alluvions sont plus ou moins récentes et l'homme commence, en remontant la pente des vallées à la recherche du métal précieux, par rencontrer des alluvions de plus en plus anciennes jusqu'à ce qu'enfin il soit amené à passer de ces alluvions

aux gisements dont la destruction par les cours d'eau a fourni les placers, c'est-à-dire aux filons (exceptionnellement, comme dans le Transvaal, aux couches sédimentaires anciennes). Dans ces filons eux-mêmes, la partie qu'il aborde au début est nécessairement l'affleurement, le chapeau du filon, et ce n'est que progressivement qu'il arrive à exploiter ce filon dans la profondeur. Or, en suivant cet ordre d'investigations, c'est absolument comme s'il repassait en sens inverse la série des étapes successives que la Nature a franchies dans la préparation mécanique et chimique à laquelle elle a soumis ces minerais, les enrichissant peu à peu, pour nous les présenter enfin dans les placers sous leur forme la plus facile à aborder et la plus concentrée.

La Nature, en effet, dans les actions métamorphisantes qu'elle a exercées sur le gisement d'or primitif par l'action continue des eaux superficielles, a commencé par avoir affaire à un filon constitué dans toute sa hauteur par des groupements minéralogiques analogues à ceux que nous n'y rencontrons plus aujourd'hui qu'en profondeur, c'est-à-dire, le plus souvent, par du quartz associé avec des sulfures divers, parmi lesquels le sulfure de fer, plus ou moins arsenical, domine et contenant l'or à l'état de fines inclusions disséminées. Cette forme de gîtes de profondeur, soumise à l'influence oxydante des eaux, a subi une transformation essentielle, due à l'altération du sulfure de fer, qui s'est dissous en sulfate et reprécipité partiellement en sesquioxyde. Pendant ce temps, l'or qui n'entre en dissolution qu'avec une difficulté extrême et se précipite aussitôt sous la moindre action réductive, est passé, de l'état de combinaison complexe où il était d'abord, à l'état libre, en même temps que, par suite de la disparition des sulfures associés, la teneur en or du minerai subsistant se trouvait augmentée. C'est aux affleurements de filons aurifères que l'on trouve ces beaux quartz cariés, plus ou moins ferrugineux, où l'or a l'air de suinter par tous les pores, et ces hématites aurifères, minerais riches, qui, dans la profondeur, font place à des composés plus difficiles à traiter ou même absolument réfractaires à nos procédés de traitement actuels.

Les affleurements de filons, où l'or avait déjà subi cette première concentration chimique et cet enrichissement, sont la partie qui, soumise ensuite à l'action destructive des eaux torrentielles, ont produit, par une véritable préparation mécanique analogue à celle qu'on reproduit artificiellement dans la méthode hydraulique, les alluvions aurifères, c'est-à-dire les placers, où l'or est non seulement à l'état libre, mais encore rassemblé en une couche relativement mince près du fond du lit de l'ancien torrent, contre ce que l'on appelle le bedrock.

La conséquence bien simple, c'est que la grande phase de prospérité d'une région aurifère correspond à la découverte des alluvions; c'est lorsque l'on se trouve mettre la main sur un champ nouveau d'alluvions aurifères qu'il se produit soudain une brusque augmentation dans la production aurifère; mais ces placers ne durent pas bien longtemps, et les affleurements des filons que l'on attaque ensuite sont également, après une première phase prospère, rapidement épuisés; alors on entre dans les gisements de profondeur, beaucoup moins riches, donnant des minerais beaucoup plus difficiles à traiter métallurgiquement, mais qui, eux, sauf les variations purement accidentelles inhérentes à tous les filons, ont des chances pour conserver à peu près la même teneur moyenne en s'approfondissant.

Là encore, cependant, il y a une restriction à faire; car nombre de filons d'or, au lieu d'être de grandes fentes de dislocation continues en profondeur, peuvent être assimilés à des fissures de retrait causées par le refroidissement d'une roche éruptive dont l'or est plus ou moins directement émané, et ce genre de fissures se coince très vite quand on s'enfonce; non seulement la teneur du minerai diminue, mais les dimensions géométriques elles-mêmes se réduisent et peuvent arriver à zéro.

La conclusion, c'est que, pour toutes les causes possibles, une région aurifère doit s'appauvrir peu à peu et, après quelques années d'exploitation, ne plus donner que des minerais à basse teneur. Avec quelle rapidité ces faits se produisent, c'est ce que l'exemple de la Californie et de l'Australie nous montre aussitôt.

En Californie, la production d'or s'est élevée en 1853 à 336 millions; en 1860, elle est tombée à 233; en 1868 à 114; en 1880, à 91; en 1891 à 63,2; ces chiffres, sans commentaire, sont assez éloquents.

En Australie, la statistique brute est moins concluante, si l'on prend l'ensemble du pays, parce que l'immensité des territoires inexplorés a fait jusqu'ici qu'aussitôt un centre épuisé, on en trouvait un nouveau équivalent; mais, si l'on prend un district restreint, l'épuisement se fait sentir en 25 ou 30 ans au plus. En outre, même pour le pays entier, la proportion de l'or d'alluvion diminue chaque année par rapport à celle de l'or de filons. En 1868, des alluvions donnaient 65 °/₀ de l'or dans la province de Victoria, les filons 35 °/₀; en 1891, c'est juste l'inverse, les filons arrivent à 67 °/₀, les placers à 33 °/₀.

Un calcul du même genre, étendu au monde entier, donne, suivant M. Suess (tableau I) :

Tableau I

	1848-75	1876	1890
Alluvions	87.78 %	65.28	44.2
Filons	12.02	34.76	47.8
Sédiments (conglomérats du Transvaal)	»	»	8.00

De même, si l'on prend un gisement dont l'extraordinaire fortune attire en ce moment tous les regards, celui du Witwatersrand, dans l'Afrique australe, découvert en 1887, il a donné en 1888 22 millions d'or; en 1889, 36 millions; en 1890, 44,5; en 1891, 78; en 1892, 129; en 1893, 140; en 1894, 213; il est probable qu'on arrivera, en 1896, à un chiffre de 250 ou 300 millions, qui sera un maximum; mais la merveilleuse régularité de ces gîtes permet de calculer, dès à présent, à peu de chose près, la quantité d'or qu'ils renferment, et, en supposant même qu'il n'y ait aucune déception, on voit que, d'ici à 25 ou 30 ans, ces gîtes entreront à leur tour dans la période d'épuisement après avoir fourni peut-être sept ou huit milliards.

Si l'on réfléchit que la production aurifère actuelle est, comme nous le dirons bientôt, à peine suffisante pour les besoins de la consommation, on ne peut dès lors se défendre d'une certaine inquiétude (qu'il ne faudrait pourtant pas exagérer, ainsi que nous le verrons) à l'idée de ce qui arrivera dans un avenir très prochain, quand la Terre aura été entièrement occupée par l'homme, du moment que même des gisements aussi exceptionnels que ceux de Californie, d'Australie ou du Transvaal ont à peine une existence précaire d'un quart de siècle ou d'un demi-siècle.

IV

C'est ici le lieu de se demander quelles sont les ressources géologiques en or sur lesquelles les siècles prochains peuvent encore compter. Ces ressources sont de deux catégories différentes : il y a d'abord les gisements situés dans les pays encore inconnus; puis, dans les pays anciens, ce qu'il reste à prendre de minerais et surtout de minerais ayant été jusqu'ici rebelles à nos procédés de traitement métallurgiques. Dans le premier ordre d'idées, il est évident que l'Afrique et l'Asie centrales, l'Amérique du Sud, les territoires vierges des Montagnes Rocheuses, l'intérieur du continent australien nous réservent encore bien des surprises, et il est assez probable que ces surprises vont se multiplier d'ici à quelques années, en raison même de la remarquable poussée d'expansion coloniale qui se produit partout à la fois; il n'y a donc pas lieu de craindre une disette d'or dans un avenir immédiat et il est parfaitement possible, probable même que, pendant un certain nombre d'années, les économistes pourront se moquer des géologues qui annoncent une raréfaction future de l'or. Néanmoins, quand tous les pays encore inconnus auront été parcourus et « prospectés », les gisements ainsi découverts se tariront en un laps de temps qui ne dépassera guère un demi-siècle; alors il faudra bien se retourner vers la seconde catégorie de minerais aurifères qui constitue peut-être la ressource la plus assurée pour l'avenir.

Il y a, en effet, une proportion considérable de minerais aurifères où l'or est dans des combinaisons telles, notamment avec l'arsenic, qu'il est actuellement impossible de l'en extraire avantageusement. Les filons à minerais de ce genre sont, ou bien complètement négligés, ou, s'ils en renferment d'autres moins réfractaires, exploités pour ces derniers, — les minerais rebelles étant rejetés avec les gangues dans les résidus, les haldes, ce que les anglais appellent les *tailings*.

Or, si nous avons insisté plus haut sur les bornes imposées par la Nature aux investigations de l'homme, en ce qui concerne le développement des procédés chimiques ou des méthodes métallurgiques, il nous semble qu'il n'existe aucune limite à l'ingéniosité humaine et, surtout si un commencement de raréfaction de l'or vient en augmenter le prix, il est infiniment probable que les minerais aujourd'hui rebelles pourront être traités fructueusement. Il arrivera alors ce qui s'est produit quand, récemment, on a repris avec des connaissances nouvelles les mines de plomb, d'argent, de cuivre, où les Anciens avaient travaillé pendant des siècles : les seules parties qu'ils avaient négligées au Laurium (en Attique), en Sardaigne, dans la province de Carthagène et à Rio-Tinto, en Espagne, etc.., ont suffi à alimenter des industries très fructueuses. De ce chef également, l'époque où l'or manquera aux besoins humains nous paraît devoir être considérablement retardée; ce qui n'empêche pas que, si l'on veut faire des prévisions à longue échéance, cette disette de l'or est à prévoir, non seulement d'une façon absolue, mais surtout relativement à l'argent.

En ce qui concerne le métal blanc, les conditions de gisement sont, en effet, très différentes de ce qu'elles sont pour l'or, et sa raréfaction doit être infiniment moins rapide. Les gisements d'argent appartiennent à deux catégories bien distinctes : ceux à minéraux d'argent proprement dits et ceux à sulfures divers argentifères, dont on retrouve souvent l'équivalent dans la profondeur des premiers.

Il y a, tout d'abord, entre l'or et l'argent une différence bien tranchée : c'est que la forme alluvionnelle, source pour l'or des richesses les plus grandes, en même temps que les plus précaires,

ne se présente pas pour l'argent. La raison en est que les sels d'argent, et notamment le sulfate qui tend à se produire par l'oxydation des sulfures plus ou moins complexes existant dans les filons, présentent une certaine solubilité, en sorte que, dans l'action métamorphisante des eaux, l'argent, au lieu d'être trituré et concentré mécaniquement comme l'or, se dissout et disparaît. Il y a bien des gîtes d'argent sédimentaires, tels que les schistes cuivreux et argentifères du Mansfeld; mais l'argent qui y est contenu est de l'argent précipité chimiquement d'une dissolution, non de l'argent remanié mécaniquement. D'où cette conclusion qu'une région argentifère ne donne pas au début les mêmes grandes espérances, bientôt déçues, qu'une région à placers aurifères et, par suite, ne paraît pas s'appauvrir aussi rapidement.

Quelque chose de comparable se produit pour les affleurements des filons où, par suite de la solubilité du sulfate d'argent, une partie de l'argent a disparu, en sorte qu'on tombe, tout au début d'une exploitation filonienne, non sur une partie exceptionnellement riche comme pour l'or, mais sur une partie plutôt légèrement appauvrie qui, il est vrai, compense cet appauvrissement par des facilités de traitement toutes spéciales.

Cette zone d'affleurement des filons d'argent comprend des chlorures et bromures d'argent, avec un peu d'argent natif, les autres métaux, tels que le fer, le manganèse, etc., qui pouvaient exister à l'état de sulfures en profondeur ayant passé à l'état oxydé, le sulfure de plomb lui-même étant partiellement à l'état carbonaté.

Au-dessous de cet affleurement, on trouve, sur une hauteur qui peut varier de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres, suivant le relief du terrain, jusqu'au niveau hydrostatique qui marque la séparation entre la zone où les eaux superficielles circulent dans le sol et, par suite, renouvellent leur oxygène et celle où ces eaux sont à l'état stationnaire, une forme de gisements d'argent altérés qui, par un phénomène cette fois comparable à ce que nous avons vu pour l'or, est exceptionnellement riche.

Là une grande partie des sulfures de fer, cuivre, zinc, etc., ayant été dissous, la teneur en argent du minerai s'est trouvée augmentée en même temps qu'une certaine proportion d'argent enlevée à la superficie et entraînée par les eaux descendantes venait encore l'accroître; en outre, les combinaisons complexes où l'argent était engagé en profondeur se sont trouvés simplifiées; souvent une partie de l'antimoine et de l'arsenic a disparu; bref, l'argent a passé à l'état de sulfures tel que l'argyrose, de sulfo-antimoniures, tels que les argents rouges et les argents noirs, et se présente sous des formes exceptionnellement riches et facilement amalgamables.

Au-dessous du niveau hydrostatique, tout cela change et l'on n'a plus que des minerais maigres à sulfures complexes; en sorte que, là encore, comme pour l'or, le début des exploitations donne souvent des résultats qu'on ne retrouve plus ensuite et qu'un certain épuisement se fait sentir après qu'on a traversé la zone riche, appelée au Mexique la zone de la *bonanza*.

Il y a toutefois, avec l'or, même en se bornant aux filons, cette différence capitale que la chute est infiniment moins brusque et moins complète : certaines mines d'argent, comme celle de Kongsberg, notamment, gardent même jusqu'à 600 et 700 mètres leurs minéraux d'argent (argent natif et argent sulfuré) semblables à ceux de la superficie; puis, la période de la *bonanza* manque complètement dans une très nombreuse catégorie de gîtes, tels que ceux de galène argentifère où, par suite, aucun appauvrissement ne se fait parfois sentir; en outre, les combinaisons de minerais rencontrées en profondeur sont, à de rares exceptions près, traitables assez aisément par des procédés métallurgiques déjà connus et expérimentés.

Il en résulte que la production d'argent ne subit pas, lors de la découverte d'une région argentifère nouvelle, ces brusques à-coups qui sont si sensibles pour l'or; on peut donc infiniment plus compter sur l'avenir des gisements jusqu'à de grandes profondeurs. La preuve bien simple en est que, tandis que l'or a depuis longtemps, sauf en Hongrie, disparu d'Europe, l'argent continue à y être exploité fructueusement dans nombre de mines, et le serait immédiatement en proportion beaucoup plus forte s'il se produisait le moindre relèvement de son prix. Il existe des mines, telles que celles de Bohême ou de Saxe, où les exploitations se poursuivent paisiblement depuis quatre ou cinq siècles, parfois jusqu'à plus de 1.000 mètres de profondeur, et où, jusqu'à ces profondeurs extrêmes, on a trouvé des parties riches alternant irrégulièrement avec des parties pauvres, comme au début des exploitations. L'époque où les mines d'argent du monde seront épuisées est donc tellement lointaine qu'il est tout à fait inutile d'y songer et il est bien certain que le dernier filon aurifère aura été abandonné depuis longtemps alors qu'on extraira encore des quantités considérables d'argent.

Les graphiques ci-joints (fig. 1, 2 et 3) et le tableau II indiquent : la production de l'or et de l'argent en millions de kilogrammes (fig. 1); les prix annuels moyens de l'or et de l'argent en francs [1]

1. La valeur normale d'un kilogramme d'or fin est de 3437 fr. et celle d'un kilogramme d'argent de 218 fr. 89 (le prix de 218,89 est le prix officiel, loi du 6 juin 1803, alors que le prix réel, déduction faite des frais de monnayage, est de 220 fr. 55 ou, sans ces frais, de 222,22).

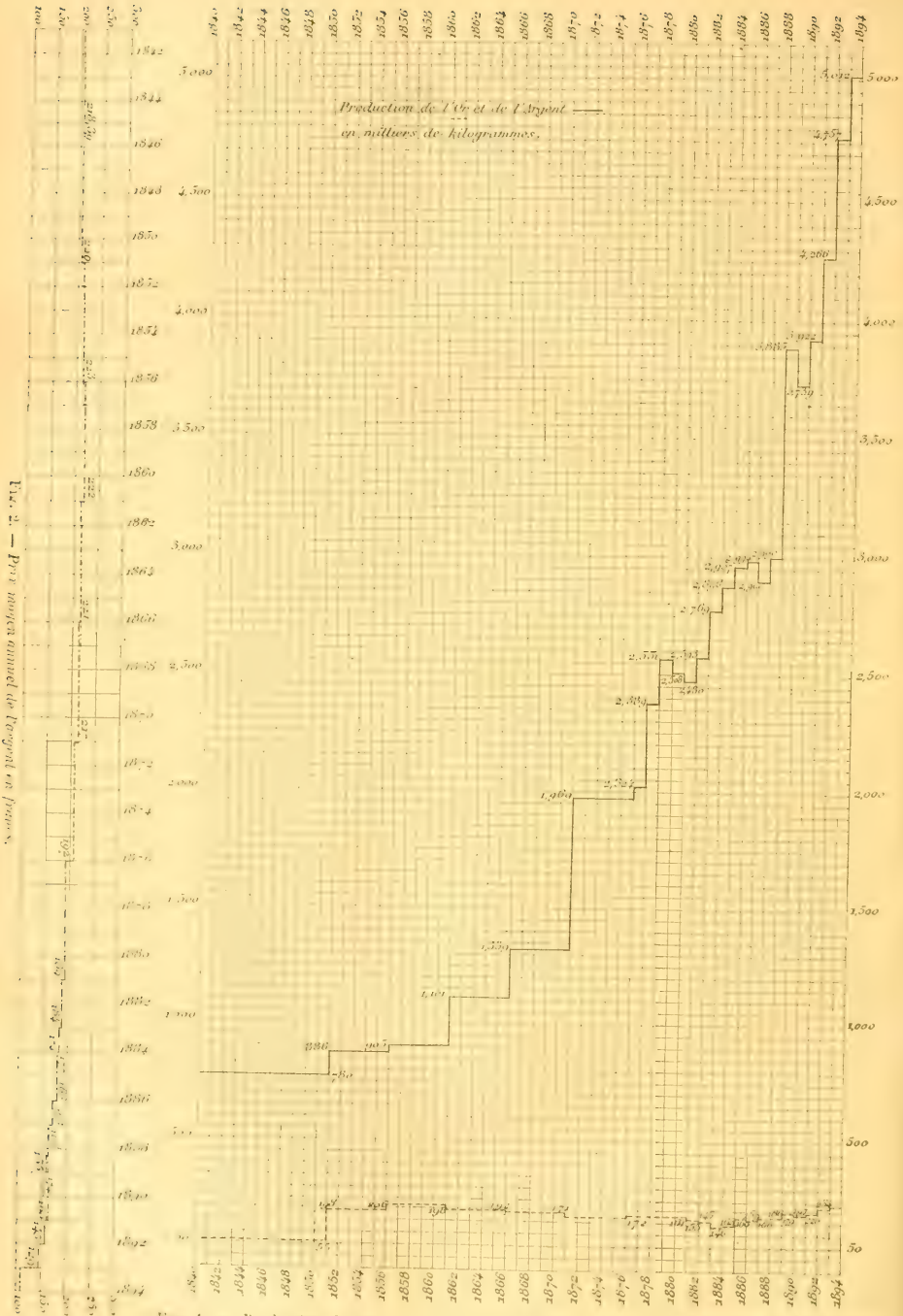


Fig. 2. — Prix moyen annuel de l'argent en France.

Fig. 1. — Production de l'or (— — — —) et de l'argent (————) en milliers de kilogrammes, de 1841 à 1884 d'après Salbeer, et de 1885 à 1893 d'après le directeur de la Monnaie des Etats-Unis.

(fig. 2); les rapports des prix et des productions et poids des deux métaux précieux (fig. 3).

comme le montrent le graphique de la figure 2 et le tableau II. L'une des raisons en est que l'on a

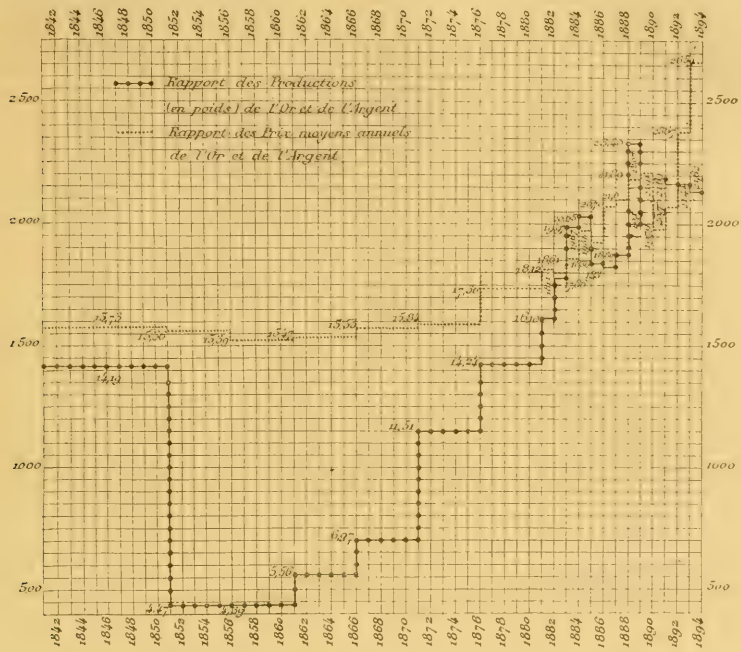


Fig. 3. — *Rapports des prix et des productions (en poids) de l'or et de l'argent.*

Cette pléthore future qu'on doit prévoir pour l'argent relativement à l'or vient déjà de s'annoncer

mis en pratique de nouveaux procédés métallurgiques, au moyen desquels toute une catégorie de

Tableau II

ANNÉES	OR Production annuelle 1.000 kilogs	OR Prix francs	ARGENT Production annuelle 1.000 kilogs	ARGENT Prix francs	RAPPORT DES PRODUCTIONS	RAPPORT DES PRIX
1841 à 1850	55	3437	730	218.89	14.19	15.73
1851 1855	198		886	221.37	4.47	15.56
1856 1860	206		905	223.69	4.39	15.39
1861 1865	198		1.101	223.12	5.56	15.47
1866 1870	192		1.339	221.76	6.97	15.53
1871 1875	171		1.969	217.37	11.51	15.84
1876 1880	172		2.450	193.20	14.24	17.36
1881	161		2.593	190.13	16.10	18.12
1882	155		2.769	189.67	17.86	18.11
1883	145		2.896	185.17	19.97	18.61
1884	146		2.957	175.22	20.25	19.67
1885	163		2.994	178.42	18.36	19.31
1886	160		2 901	166.50	18.30	20.70
1887	159		2.990	164.14	18.80	21.00
1888	166		3.885	157.51	23.40	21.89
1889	186		3.739	156.22	20.10	22.07
1890	179		3.922	174.55	21.91	19.79
1891	197		4.266	166.09	21.62	20.75
1892	220		4.757	145.70	21.62	23.67
1893	234		5.012	129.72	21.41	26.59

depuis vingt ans, par une surproduction telle que le prix du métal blanc a baissé de près de moitié,

minerais abandonnés jusqu'à ces derniers temps ont pu être traités, et le prix de revient du métal

s'est abaissé par là de telle sorte qu'il est encore resté sensiblement au-dessous du prix de vente. Mais on peut se demander si ce prix de vente tellement abaissé ne va pas se relever, et c'est ce que quelques personnes ont cru pouvoir affirmer en remarquant qu'il était arrivé à être bien voisin du prix de revient, estimé au minimum, il y a quelques années, à 80 francs le kilo (25 pence 1/2 l'once). A coup sûr, le prix de revient évalué lui-même, non pas par rapport à l'or, qui n'est qu'un instrument d'échange, mais par rapport aux principales substances indispensables à la vie, est une limite minima que le prix de vente ne peut franchir; mais il nous semble qu'en supposant le prix de revient incapable de varier lui-même, on est dupe d'une illusion ; car il suffit qu'un procédé de traitement nouveau intervienne pour que ce prix diminue.

En ce moment, les dernières nouvelles qui nous parviennent de l'Ouest américain nous apprennent que les mineurs d'argent, après avoir été un moment découragés par la baisse du métal blanc, ont installé en grand de nouveaux appareils permettant de traiter les minerais de seconde classe jusque-là délaissés, notamment par la concentration aux *frue vanners* et le *combination process*, ou par les procédés de lexiviation, et que la production d'argent, un instant décrue aux États-Unis dans les deux dernières années, va très probablement remonter au moins à son chiffre antérieur.

Au Mexique, on s'habitue de plus en plus à utiliser les minerais maigres, dont une grande partie passe la frontière, à la faveur de tarifs douaniers bien compris, pour aller se faire traiter par mélange avec d'autres minerais aux États-Unis.

Si, en outre, une légère hausse de l'argent vient à se manifester, comme c'est possible, soit par suite des grands arrivages d'or actuels, soit en conséquence des mesures légales prises aux États-Unis, la production de l'argent augmentera facilement encore dans des proportions considérables, et il en résultera fatalement, au bout d'un temps plus ou moins long, une baisse nouvelle de ce métal, qui pourra, il est vrai, être retardée de quelques années, mais qui n'en finira pas moins, croyons-nous, par se produire un jour avec une force irrésistible.

V

Ce sont les conséquences économiques de cette prévision que nous voudrions maintenant examiner ; et, pour cela, il nous faut sortir du domaine géologique pour étudier, si sommairement que ce soit, la contre-partie de la production des deux métaux, c'est-à-dire leur consommation et notamment leur emploi monétaire.

La consommation des métaux précieux se divise en deux parties : l'une qui, bien que destinée surtout au luxe, est naturelle et nécessaire, c'est leur utilisation dans la bijouterie, l'orfèvrerie, etc., et jusqu'à un certain point, dans les monnaies; l'autre, tout artificielle et dépendant de la volonté du législateur, correspond aux déterminations légales prises dans le choix de l'étalon monétaire, dans les achats opérés par l'État, etc.

Logiquement ce devraient être la première et ses rapports avec la production qui régleraient la seconde ; mais c'est trop souvent l'inverse qui se produit.

La consommation industrielle de l'or et de l'argent est beaucoup plus considérable qu'on ne le croit, et présente cette particularité qu'elle n'est pas influencée, autant que celle d'autres substances plus nécessaires, par les variations de prix du métal. Son évaluation est assez difficile. Cependant quelques chiffres, que nous emprunterons à M. Suess, permettent de s'en faire une idée.

Aux États-Unis, en 1890, d'après la Direction des Monnaies, 23.000 kilos d'or environ ont passé dans l'industrie. A Birmingham, la consommation industrielle a pu être évaluée à 11.300 kilos ; en Suisse, à 9.800 kilos d'or fin, dont 7/9 pour l'horlogerie et 2/9 pour la bijouterie ; en Allemagne, à 15.500 kilos. Si l'on tient compte de tous les autres pays ; si l'on réfléchit, en outre, que l'or étant au pair, les orfèvres se contentent souvent de fondre de la monnaie d'or, qui échappe ainsi à toute statistique, on voit que, sur 186.000 kilos d'or produits en 1890, 90.000 au moins ont passé dans l'industrie de l'Europe et des États-Unis. La consommation de l'Inde sous forme de bijoux arrive, en outre, à un chiffre qu'on peut apprécier en additionnant les importations et la production du pays, chiffre d'environ 35.000 kilos, — ce qui, avec 90,000, donne 125.000.

En ajoutant à cela les pertes par l'usure, les sinistres, etc., on arrive à s'expliquer ce fait, en apparence paradoxal et néanmoins bien constaté, que le stock monétaire du monde civilisé, malgré les 27 ou 28 milliards d'or qui sont sortis de terre depuis 1848, soit à peine aujourd'hui d'une vingtaine de milliards en or.

Pour l'argent, la consommation industrielle est également grande, mais reste, au contraire, très en dessous de la production.

Nous avons classé, en partie, l'emploi monétaire des métaux précieux parmi les emplois qui sont l'effet d'une loi naturelle. Cela demande une explication : car il est évident qu'à priori on aurait pu choisir comme monnaie, c'est-à-dire comme instrument d'échange, toute autre substance que les métaux précieux, ou bien encore l'un d'eux exclu-

sivement au détriment de l'autre. Mais, pour être adoptée en des pays éloignés par des inconnus, il fallait que cette monnaie eût une valeur propre bien déterminée et constante, qu'elle fût inaltérable, toujours identique à elle-même et facilement divisible : ce qui a immédiatement restreint le choix à quelques métaux, parmi lesquels l'or et l'argent, entre lesquels s'est divisée, à peu près par parties égales, la faveur de l'humanité.

En restant toujours sur le domaine des nécessités naturelles et sans empiéter encore sur le rôle de la loi dans cette question, on voit également qu'un seul métal peut difficilement suffire pour tous les usages qu'on réclame d'une monnaie : il y a, en effet, des limites maxima et minima de poids et de dimensions qui règlent très étroitement l'emploi pratique des monnaies ; il nous suffira de remarquer combien la pièce de 5 francs d'argent atteint déjà la taille extrême au delà de laquelle une pièce serait tout à fait incommode à manœuvrer et, d'autre part, la pièce de 5 francs en or était à la fois trop légère et trop petite. Il en résulte que, dans l'usage courant, chaque métal a son application bien distincte ; il faut un métal inférieur, cuivre ou nickel, pour l'appoint ; puis de l'argent pour les très petites sommes, les achats courants, etc. ; de l'or pour les valeurs comprises entre 5 et 100 francs et, au delà, la monnaie de crédit, sous forme de billets de banque, chèques ou virements. C'est ainsi, toutes les enquêtes monétaires faites en France l'ont bien montré, que se répartissent les choses en pratique, et, dès que les paiements deviennent un peu forts, l'usage de plus en plus général est de les opérer en papier ou par écritures commerciales. La conséquence, c'est que, même pour l'emploi monétaire, il ne dépend pas autant qu'on le croit de la volonté du législateur de substituer l'or à l'argent ou l'argent à l'or et, d'autre part, qu'en raison de l'emploi déjà très généralisé du papier pour les fortes sommes, la quantité de numéraire nécessaire, en laissant de côté les règlements internationaux, tend à être beaucoup moins forte qu'on ne le croit souvent et surtout n'est nullement proportionnelle à l'activité commerciale d'un pays.

Il y a, d'ailleurs, un élément sur lequel M. des Essarts a appelé l'attention, et qui importe autant que la quantité de numéraire : c'est sa vitesse de circulation ; il est certain qu'une pièce de monnaie changeant trois fois de mains dans un temps donné produit autant d'effet utile que trois pièces se déplaçant une seule fois.

En résumé, l'or et l'argent ont, aussi bien dans leur rôle monétaire que dans la consommation industrielle, des emplois de premier ordre et absolument distincts, où il ne dépend de la volonté de personne de les substituer l'un à l'autre, et la conséquence logique et fatale, c'est que ces métaux précieux sont, au même titre que deux substances quelconques, réglés par la loi générale de l'offre et de la demande, sans qu'il soit aucunement possible d'empêcher l'augmentation de prix de celle qui sera la plus recherchée ou une diminution de celle qui sera produite en quantité surabondante.

VI

C'est en face de cet état de choses que les Congrès des Bimétallistes viennent proposer aux grands Etats d'établir artificiellement un équilibre entre les deux métaux en se faisant, eux, consommateurs du surplus de production qui entraînerait une baisse de l'un d'eux et en relevant par leurs achats le prix de cette marchandise dépréciée ; suivant eux, il n'y aurait là aucun risque à courir, car des oscillations en sens inverse seraient appelées à se produire entre les deux métaux sans jamais s'écarter beaucoup dans un sens ou dans l'autre d'un rapport fixe, en sorte que l'Etat, jouant simplement le rôle de régulateur ou de volant, achèterait alternativement de l'or et de l'argent et se trouverait finalement dans la même situation qu'au début. Par là, disent-ils, on remédierait au manque de numéraire, qui serait, à leur avis, la cause première de la crise industrielle et commerciale par laquelle passe le monde entier ; en outre, les agriculteurs de France et d'Allemagne trouveraient, dans un relèvement du métal blanc, un remède à la prime d'exportation que touchent actuellement les agriculteurs concurrents de la République Argentine, de l'Inde ou d'autres pays à étalon d'argent, le blé ou la viande produits dans ces pays étant payés en argent ayant conservé toute sa valeur d'achat, tandis qu'exporté en or il est soldé en or échangeable contre une quantité d'argent à peu près double. La solution bimétalliste serait donc une entente entre tous les grands Etats ayant pour effet de régler d'une façon définitive le rapport de l'or et de l'argent.

Il n'est pas besoin de montrer — on l'a fait assez de fois — combien est illogique et irrationnelle l'idée de fixer légalement le rapport entre deux marchandises, alors que le législateur est incapable d'agir ni sur leur production, ni sur la majeure partie de leur consommation, qui sont les véritables éléments déterminants du prix. Mais peu importe à des esprits hantés de ces idées socialistes qui tantôt prennent l'étiquette du protectionnisme, et tantôt celle du bimétallisme ; suivant eux, il suffit, pour arrêter une marée montante, de placer en face des vagues un bout de muraille avec une pancarte portant : « De par la loi et la volonté de l'Etat sacro-saint, défense à la mer de monter. » Nous ne

nous arrêterons donc pas au côté théorique de la question, et nous essaierons seulement de faire voir que pratiquement leur solution est aussi irréalisable que dangereuse pour notre pays.

Irréalisable, elle l'est assurément; car, en supposant même conclue par impossible cette espèce d'association dont ne veut aujourd'hui à peu près aucune des parties appelées à être contractantes, nous croyons avoir assez montré que cela n'empêcherait pas les oscillations dans le cours des deux métaux et surtout la baisse future à prévoir pour l'argent; il en résulterait, dès lors, que chacune des parties, dans l'attente d'une rupture toujours possible de l'acte international, chercherait à accumuler la majeure partie du métal le plus cher, c'est-à-dire presque toujours de l'or, et que la lutte pour l'or, au lieu de s'atténuer, deviendrait de plus en plus aiguë.

Quant au danger que présenterait la solution pour la France aussi bien que pour l'Angleterre, il est, ce nous semble, encore plus évident. Ces deux pays sont, en effet, créditeurs du monde entier; leur balance commerciale, toujours défavorable, n'est compensée que par les intérêts des emprunts contractés vis-à-vis d'eux par le reste du monde; on peut les comparer à des rentiers qui vivent, non seulement de leur travail actuel, mais aussi du produit du travail ancien de leurs ancêtres. Or, le jour où tous les pays étrangers, qui ont des millions à nous payer par an, pourraient le faire à leur choix en argent ou en or, ils le feraient assurément en argent dont la valeur réelle ne pourrait manquer de rester inférieure à la valeur nominale, et, très rapidement, le stock d'or, qui fait la situation de ces deux grands pays si forte, serait drainé et remplacé par du métal déprécié. Ce n'est pas une légère augmentation dans la valeur de notre stock d'argent, déjà beaucoup trop grand, qui compenserait cette perte. Ces inconvénients sont tellement manifestes que le retour au bimétallisme, préconisé comme une panacée universelle, nous paraît singulièrement peu probable. Les inconvénients contraires, auxquels on croirait remédier par là, sont, d'ailleurs, ou très exagérés ou dus à de tout autres causes.

En premier lieu, est-il vrai que la disette du numéraire et la rareté de l'or, qui tend à devenir en Europe l'étalon unique, soient les vraies causes de la crise industrielle actuelle? Comme nous le remarquions plus haut, la quantité de numéraire n'est nullement proportionnelle à l'activité commerciale, et l'Angleterre, qui en a beaucoup moins que nous, fait pourtant beaucoup plus d'affaires; il suffit que ce numéraire circule plus vite et surtout qu'on y supplée par le crédit, par les virements, les chèques, les billets, etc., comme on tend à le faire de plus en plus dans les pays civilisés. Sans doute, un certain nombre de pays dans l'Europe méridionale sont actuellement très gênés par le manque de métaux; mais leur malaise, comme celui du monde entier, tient à des causes beaucoup plus complexes et, en particulier, croyons-nous, à l'état d'insécurité profonde où nous vivons par suite de l'ingérence abusive des doctrines socialistes.

Quant à l'appui que le bimétallisme apporterait à nos agriculteurs, outre que ce serait une application nouvelle de la méthode trop généralement usitée qui consiste à venir au secours de quelques producteurs bien visibles et réclamant fort au détriment de l'universalité des consommateurs, nous croyons que, si on laissait la maladie suivre son cours normal, elle trouverait son remède en elle-même. On se fonde, en effet, sur ce que, dans les pays à monnaie dépréciée qui sont nos concurrents, cette dépréciation constitue une prime pour l'industrie locale, pour les exportateurs du pays, etc., et il est certain qu'un phénomène de ce genre commence par se produire; mais, à moins que ce pays n'ait contracté aucune dette à l'Étranger et ait, en outre, une balance commerciale favorable, ce qui est un cas tout à fait hypothétique, il arrive bientôt que la nécessité de faire à l'Étranger les règlements en or constitue une gêne destinée à s'accroître de jour en jour et pouvant même amener une banqueroute analogue à celle de la Grèce ou du Portugal, qui alors paralyse singulièrement l'essor de l'industrie nationale. En outre, si, au début, la monnaie dépréciée conserve à peu près dans le pays son ancien pouvoir d'achat pour les substances diverses et pour la main-d'œuvre, cet état de choses ne dure généralement pas bien longtemps; peu à peu, les prix de ces substances s'élèvent à leur tour, finissent par atteindre l'équilibre primitif et souvent même le dépassent, surtout si le change vient à s'améliorer légèrement; alors les exportateurs, au lieu de toucher une prime, ont une perte à subir.

VII

Le danger le plus réel de la situation actuelle, c'est que l'on peut arriver à manquer de monnaie d'or, et, pour y remédier, on a pu, avec quelque raison, préconiser le monométallisme argent. En se fondant sur cette disette de l'or attendue, les Bimétallistes disent que, seule, la somme des deux métaux, or et argent, peut suffire à nos besoins.

Mais ce danger même ne nous paraît pas tellement grave et surtout imminent; en effet, pour le moment du moins, la production d'or paraît destinée à augmenter très sensiblement; quant à sa consommation, les Etats-Unis, qui auraient pu de-

venir des concurrents redoutables sur le marché de l'or, s'ils l'avaient adopté comme étalon unique, paraissent disposés, tout au contraire, à pousser jusqu'au bout leur périlleuse expérience en adoptant, pour le plus grand plaisir des silvermen, la frappe libre de l'argent ; enfin, les quantités considérables de métaux précieux qui, depuis des siècles, ont été s'accumuler en Asie, ne sont peut-être pas destinées à y rester indéfiniment immobilisées à l'état de trésors et de bijoux. L'humanité tout entière a connu jadis cet état de crainte et de suspicion réciproque où chacun cherche à rassembler sa richesse sous la forme la plus réduite, la plus palpable et la plus facilement dissimulable, c'est-à-dire à l'état de lingots d'or et de bijoux ; puis la possession de la terre, qui est encore une chose matérielle et tangible, a semblé assurée assez complètement par les lois et les contrats pour qu'on adoptât une forme plus productive de fortune : les placements territoriaux ; enfin, l'usage des valeurs mobilières, d'abord redouté, s'est répandu de plus en plus en raison de ses commodités spéciales pour les échanges, les partages, les transmissions, de son revenu plus considérable au moins au début, etc... ; nous avons vu, rien que dans le dernier demi-siècle, ce goût des valeurs mobilières se répandre en France, jusque dans les couches les plus profondes de la population, avec une intensité qui n'est pas sans danger. Semblable évolution peut fort bien finir par se produire en Asie, et la victoire actuelle du Japon sur la Chine qui va, sans doute, provoquer en Chine un mouvement dans le sens européen, ne sera peut-être pas sans y contribuer. Ce jour-là, une grande quantité d'or et d'argent viendrait aussitôt alimenter notre consommation.

Quoi qu'il en soit, d'ailleurs, nous avouons ne pas comprendre le grand danger qu'il y aurait, sauf une période de crise passagère, à ce que la valeur de l'or augmentât peu à peu, comme elle nous paraît, en effet, appelée à le faire un jour fatalement; et le mal serait assurément beaucoup plus grand si, au lieu de laisser les choses suivre leur cours normal, on essayait d'arrêter le flot par une digue qui, brusquement, céderait en produisant des désastres.

Quelles peuvent être, en effet, les conséquences d'une raréfaction de l'or? Supposons que la valeur de l'or vienne à doubler, ce qui revient à dire que le prix de toutes les autres substances payables en or diminuerait de moitié, comme le rapport des prix de ces substances entre elles n'en serait pas modifié, on ne s'en apercevrait qu'à une chose : c'est que le pouvoir d'achat de l'or anciennement accumulé se trouverait deux fois plus grand. C'est là le fait dont il faut envisager les conséquences pratiques et sociales.

Pratiquement, on dit : La monnaie d'or manquerait; mais, si la pièce de 10 francs valait demain 20 francs, il en faudrait nécessairement deux fois moins pour un paiement égal, et c'est à cela que la chose reviendrait. Si l'on voulait, en raison de ses commodités pratiques, garder à la pièce de 20 francs ses dimensions en même temps que sa valeur ancienne, il suffirait d'y introduire moitié de cuivre : ayant moitié moins d'or à un prix double, on aurait une monnaie identique.

Quant aux conséquences sociales, elles se résument en ceci que la puissance du capital se trouverait augmentée par rapport à celle du travail ; mais tant de causes morales et légales influent en sens contraire qu'elles contrebalanceraient sans doute, et au delà, cet inconvénient. Déjà le taux de l'intérêt est si réduit, la difficulté de placer son argent avec sécurité est telle qu'à la vieille économie française se substitue peu à peu, au grand détriment de la fortune publique qui est, au fond, la somme de celle des particuliers, l'habitude de manger son revenu jusqu'au bout, souvent même le capital avec le revenu, de placer en viager, etc. Le jour où ces habitudes seraient généralisées, le conflit actuel entre le capital et le travail se résoudrait de lui-même par la destruction du capital.

En tout cas, il ne faut pas oublier — et c'est, croyons-nous, le point essentiel à considérer pour nous, Français, dans la solution à adopter — que, parmi ces rentiers et ces capitalistes si décriés, notre pays lui-même tient la première place, en ce sens qu'il possède aujourd'hui une très forte partie de l'or du monde entier. Il est donc de notre intérêt général de voir ce stock d'or augmenter de valeur; l'échanger contre de l'argent destiné à se déprécier de jour en jour serait une folie si insigne que l'intérêt mal entendu d'un groupe quelconque d'individus ne pourra certainement pas décider à l'accomplir.

L. De Launay,
Professeur à l'Ecole Supérieure des Mines.

L'EXPOSITION DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCES DE PAQUES, 16 ET 17 AVRIL 1895

L'exposition de la Société de Physique a été, cette année, exceptionnellement brillante, et d'un caractère particulièrement artistique. En lui donnant ce dernier qualificatif, nous ne pensons pas seulement aux magnifiques photographies, qui ne seraient déplacées dans aucune exposition d'art décoratif; nous voulons parler de l'ensemble, fort bien ordonné, de beaux et bons appareils que nous avons pu admirer dans ces deux soirées.

Chaque science ne peut pas revendiquer annuellement une grande découverte. La chimie absorbe en ce moment l'attention, depuis que lord Rayleigh et le Professeur Ramsay ont ouvert un sillon nouveau et qui s'annonce d'une inépuisable richesse ; ne nous montrons pas jaloux : notre tour viendra une autre année.

L'exposition révèle une grande somme d'efforts couronnés d'un légitime succès. Dans les années de recueillement, l'outillage se perfectionne; il sera prêt lorsqu'on en aura besoin.

I

C'est encore la Photographie qui, cette année, s'est montrée la *great attraction*. Depuis l'an dernier, les progrès ont été importants, et nous allons tâcher de les résumer. Un signe de la grande extension que prend cet art, mis hier seulement à la portée du simple amateur, c'est la fascination qu'il exerce sur les constructeurs ; il en est peu qui ne lui aient sacrifié peu ou prou et plusieurs sont allés au-devant du succès.

La maison Carpentier, qui avait ouvert la marche, n'est pas restée stationnaire. L'excellente jumelle qu'elle a lancée il y a trois ou quatre ans a fait ses preuves, et est devenue partie intégrante de l'outillage du voyageur. De nouveaux modèles ont été créés, avec un plus grand champ ou un foyer plus long, afin de remédier au plus gros défaut de ce genre d'appareils : la petitesse des épreuves. Mais cette petitesse cesse d'être un défaut lorsqu'il s'y ajoute l'extrême finesse permettant un fort agrandissement : ainsi, les clichés pris par M. J. Vallot, du sommet du Mont-Blanc, tout auprès de son observatoire, donnent une idée bien nette de l'admirable panorama que l'on contemple de ces hauteurs. Il est difficile d'obtenir, sans le secours du stéréoscope, un relief plus accentué.

C'est dans la même voie des appareils à répétition que se sont engagées les maisons Duboscq, Échassoux et Richard. Nos lecteurs connaissent, par la description qui en a été faite dans cette *Revue*[1], l'appareil réversible de ce dernier constructeur, qui donne des effets d'une frappante réalité.

La loi des contrastes nous amène aux admirables résultats obtenus, à l'Observatoire de Paris, par MM. Loewy et Puiseux, qui ont dépassé, du premier coup, tout ce qui avait été fait jusqu'ici comme photographies lunaires. La faible durée de la pose, la stabilité de l'appareil et sa grande distance focale (18 mètres) sont autant d'éléments de leur succès. Les clichés, très nets, permettent un agrandissement considérable. Dans les derniers, le disque entier de notre satellitte serait représenté par un cercle de 4 mètres de diamètre.

Les agrandissements sur papier gélatiné obtenus par MM. Auguste et Louis Lumière, les coryphées de l'industrie photographique, ont beaucoup attiré l'attention; il s'agit d'épreuves instantanées très rapides, du format 13 × 18, agrandies jusqu'à 2 mètres dans leur plus grande dimension, et ayant conservé, dans cette transformation, une grande netteté. Leur cinématographe (appareils chronophotographiques de M. Marey et de M. Demeny, kinétographe d'Édison) leur a permis d'obtenir la reproduction, par projection sur un écran, de scènes animées.

Le stéréoscope, auquel la photographie a donné une grande importance, a subi, dans ces dernières années, quelques perfectionnements représentés, dans l'exposition par le stéréochromoscope de

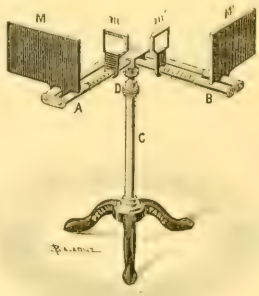


Fig. 1. — *Stéréoscope de précision de M. L. Cazes.*

M. Léon Vidal, construit par M. Nachet, et le stéréoscope de précision, de M. L. Cazes, réalisé par M. Pellin. Dans le premier de ces instruments, on

[1] J. Richard : La perspective photographique et la perspective oculaire (le Vérascope). *Revue gén. des Sciences*, t. V, pages 649 à 654, 1894.

place trois photographies d'un même objet, vues au travers d'écrans qui leur communiquent les trois couleurs fondamentales. Deux de ces épreuves sont vues à l'aide de l'œil gauche, et sont des épreuves gauches; la troisième se présente devant l'œil droit. En combinant convenablement les parties claires et sombres des clichés, on favorise plus ou moins les trois couleurs, et on obtient, en même temps que le relief stéréoscopique, la coloration exacte de toutes les parties de l'objet. L'instrument de M. Cazes, décrit dans un opuscule auquel nous empruntons la figure 1, consiste en deux miroirs M et M', montés sur deux tringles A et B à angle droit, et qui renvoient sur deux petits miroirs *m* et *m'*, que nous nommerons miroirs oculaires, les images gauche et droite placées devant eux. Le tout est monté sur un pied C à douille D. La mobilité des quatre miroirs sur leurs supports permet de chercher la position qui donne les meilleurs résultats, et d'étudier les variations de l'impression d'ensemble qui accompagnent leurs déplacements. L'emploi de deux miroirs pour chaque œil étend indéfiniment les limites de dimension des épreuves utilisables.

Signalons enfin les photographies de l'arc électrique obtenues par M. Violle. Si nous les mettons à part, c'est parce qu'elles sont, croyons-nous, une première réalisation d'un plan de travail consistant à faire, à l'aide de la photographie, la photométrie de l'arc électrique. Cette tentative répond à une préoccupation actuelle, celle d'ouvrir à la photographie une place plus large dans la Photométrie, à laquelle les récents travaux de M. Pickering ont apporté une importante contribution.

II

La Photographie ne pouvait être mise ailleurs qu'en tête de cet article. La classification logique en a souffert, mais nous allons en reprendre le fil.

La Cinématique et la Mécanique appliquée nous ont offert plus d'un dispositif intéressant.

Les mécanismes articulés de M. Delaunay, professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg, nous montrent la continuation de l'œuvre du grand mathématicien Tchébichef. Le duplicateur, appareil qui transforme un mouvement de rotation en un autre de vitesse angulaire *moyenne* double, le transmetteur pantographique, l'hyperbolographe sont d'une grande ingéniosité, et pourraient (les deux premiers surtout) rendre de réels services dans la construction des machines. Nous voudrions nous étendre plus longuement sur deux mécanismes très simples, l'un qui remplacerait peut-être avec avantage le parallélogramme de Watt, l'autre, que son inventeur appelle *ellipsographe*, et qui, en réalité, résout automatiquement le problème plus général de la projection orthogonale. Ces deux mécanismes sont représentés dans les figures 2 et 3. Dans le premier (fig. 2), le point A est fixe, ainsi que le point E; le triangle CDE est assujetti à se dé-

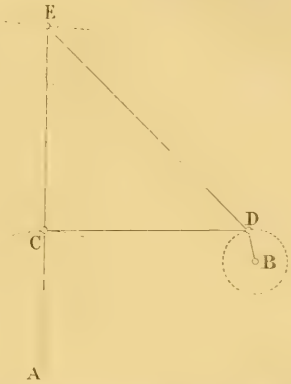


Fig. 2. — *Schéma d'un mécanisme articulé de M. Delaunay, susceptible de remplacer le parallélogramme de Watt.*

placer de telle sorte que les points C et D tournent respectivement autour des points A et B. Dans ces conditions, le point E décrit une courbe de sixième ordre, dont une portion assez longue est pratiquement confondue avec une droite. M. Delaunay a modifié ce dispositif en enchaînant quatre triangles en un circuit fermé; le sommet libre de chacun d'eux décrit une portion de droite, correspondant à un même mouvement du point moteur.

Les tringles AB, BC de la figure 3 sont assujet-

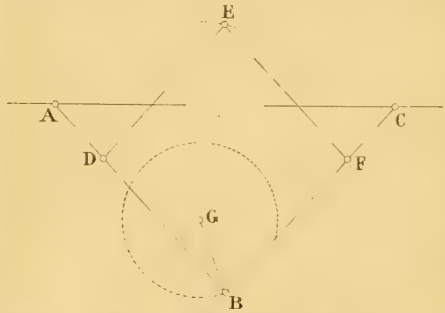


Fig. 3. — *Schéma de l'ellipsographe de M. Delaunay.*

ties à la condition que les points A et C parcourent deux segments de droites situées dans le prolongement l'un de l'autre. Ces tringles en entraînent d'autres, DE et EF, qui forment un losange avec les premières. On voit immédiatement que tous les mouvements de gauche à droite effectués par le point B seront imités par le point E. Les mouve-

ments de haut en bas seront réduits dans une proportion qui dépend de la position des points D et F sur les premières tringles. Si l'on assujettit le point B à se mouvoir autour d'un point fixe G, on réalise l'ellipsographe.

C'est encore un problème du même ordre qu'a abordé M. Amet dans sa *réglette*, construite par MM. Benoist et Berthiot, et qui sert à donner une valeur approchée des foyers des lentilles dont la courbure est connue. Il suffit, pour cela, de placer un curseur sur un point d'une échelle divisée indiquant le rayon d'une des faces, d'amener un autre curseur en contact avec le premier, et de tendre un fil entre l'extrémité du premier et un point du second marquant le rayon de la seconde face. Le fil coupe, sur une division, l'indication de la distance focale pour une valeur déterminée de l'indice.

Fig. 4. — *Pince de l'appareil pour l'essai des papiers.* — *d*, noyau serrant automatiquement la bande de papier contre les joues de la pince.

La maison Digeon a exposé plusieurs appareils intéressants : un *sphéromètre*, complétant un appareil de M. U. Le Verrier, et destiné à déterminer les variations de dimension des sphères soumises à une pression préalable; un *scléromètre*, du système Mahler-Digeon, consistant en une molette que l'on presse, avec une force mesurable, contre la matière dont on veut déterminer la dureté: en donnant un mouvement à la molette, on cherche la pression nécessaire pour marquer une trace visible; enfin, un appareil destiné à l'essai des papiers à la traction et à la flexion, dans lequel la bande de papier à essayer, maintenue par la pince à noyau représentée ici (fig. 4), est soumise à des efforts allant en augmentant d'une manière continue, et donnés par un poids agissant sur une came à bras de levier variable. Au moment de la rupture, le système est maintenu en place par un système de cliquets.

Il faut nous limiter, et nous ne pouvons malheureusement que mentionner en passant le *loch électrique* à hélice système Baule, le *gyroscope* de M. l'amiral Fleuriais, la *règle typographique* et la boussole directrice de M. le capitaine Delcroix, construits par M. Demichel; le *vélomètre* de M. le capitaine de Place et quelques autres appareils des maisons Noé, Gautier, Berlemont, Pillon et Velter; nous espérons pouvoir y revenir à une autre occasion.

Nous ne voudrions toutefois pas quitter ce sujet sans nommer le bélier hydraulique de M. Decœur, construit par MM. Rouart frères, et permettant d'élever l'eau à une grande hauteur en se servant d'une faible chute. Les perfectionnements apportés à ce vieil appareil sont de nature à lui donner un regain de jeunesse. Le bélier en lui-même est fort instructif, parce qu'il nous donne une image du principe très général dont celui de Carnot est le cas particulier le plus important, et qui consiste en ce que l'on peut augmenter le potentiel en consentant à une perte compensatrice.

III

Nous ne quittons qu'à moitié la Géométrie et la Mécanique en disant quelques mots des mesures de précision.

Les ingénieux appareils installés à l'Observatoire de Paris par M. Maurice Hamy, et les travaux préliminaires de M. Macé de Lépinay, dans le but de déterminer de nouveau la masse spécifique de l'eau, rentrent dans cette catégorie.

M. Hamy s'est proposé de mesurer les défauts des tourillons d'une lunette. Dans ce but, il place, sur le cylindre à étudier, une petite fourche qui remplace ici le support du tourillon ; cette fourche fait partie d'un équipage monté pour la mesure des déplacements par la méthode de M. Fizeau qui, depuis trente ans qu'elle a été imaginée par l'illustre doyen des physiciens français, a déjà rendu tant de services divers.

M. Macé de Lépinay a entrepris une nouvelle détermination de la masse du décimètre cube d'eau. Ce travail comprend deux opérations consistant dans la mesure d'un corps de forme géométrique simple et sa pesée dans l'air et dans l'eau. Le corps choisi est un cube de quartz, dont l'étude détaillée a été entreprise par un procédé optique. Les courbes d'égale épaisseur ont été déterminées, et il ne reste plus, pour connaître exactement son volume, qu'à mesurer l'épaisseur sur quelques points des bords par le procédé des franges de Talbot, que M. Macé de Lépinay a élaboré. Ce procédé ne permet d'atteindre les dernières limites de la précision compatible avec les données du problème que si l'on connaît, avec une grande exactitude, la valeur de la longueur d'onde de la lumière employée. Les mesures faites par M. A. Michelson sur les raies du cadmium, mesures exécutées au Bureau international des Poids

et Mesures, fournissent les données nécessaires au calcul de ces expériences. Les recherches de l'éminent professeur de Chicago augmentent ainsi considérablement la valeur des mesures par les procédés interférentiels.

IV

Passons maintenant en revue quelques appareils de laboratoire. Le thermomètre à réservoir en platine, combiné par M. Marchis et exécuté par M. Hémot, se distingue par l'invariabilité de son échelle et la rapidité de ses indications; mais il présente peut-être quelques inconvénients qui se révéleront à l'usage; ils ont été discutés dans une séance de la Société, et nous n'y reviendrons pas ici, nous réservant de reprendre la question lorsque la pratique de cet instrument aura fixé sa valeur. Il y a, dans sa construction, plus d'une difficulté vaincue, qui témoigne de l'habileté du constructeur.

C'est dans la même voie, de la soudure du verre sur le platine, et même sur le cuivre (cette dernière par l'intermédiaire d'un émail) que M. Chabaud nous a montré les nouveautés les plus intéressantes de sa construction; il est parvenu à résoudre ce problème réputé presque désespéré, de souder directement au verre dur, des tubes de platine dont le diamètre atteint 2 centimètres. Les plus petits tubes ont été soumis à une pression de plusieurs centaines d'atmosphères, et se sont déchirés, mais sans se détacher du verre.

Les nouveaux procédés étudiés par M. Chabaud lui ont permis de construire un calorimètre de Bunsen, entièrement soudé, et dont le tube récepteur est en platine. Ce détail, qui, à première vue, peut paraître insignifiant, n'en est pas moins d'une grande importance, puisqu'il permettra d'employer, sans précautions spéciales, le calorimètre de Bunsen à l'étude des chaleurs spécifiques pour de grands intervalles de température, et même des chaleurs de combustion.

La soupape de sûreté pour trompe à eau, construite par M. Chabaud, ainsi que celle de M. Berlemont, rendront des services aux physiciens distraits.

Les nouveaux thermomètres à petit réservoir, qu'expose M. Chabaud, sont les plus rapides que nous ayons vus jusqu'ici; ils rendront, croyons-nous, des services partout où l'on voudra mesurer des variations très rapides de la température, sans abandonner l'instrument idéalement simple, le thermomètre à mercure, qui, il faut le dire, est resté bien loin en arrière, au point de vue de la faible masse du récepteur, des appareils électriques, bolomètres et radiomètres divers. Les mesures en ballon, l'étude des variations de la température de l'air dans certains cas, par exemple durant le *foehn*, tireront un grand profit de ces thermomètres minuscules.

Les tubes qui ont servi à M. Villars pour l'étude des gaz très purs, étude dans laquelle il a obtenu des résultats remarquables, le calorimètre de M. Junkers, construit par MM. Ducretet et Lejeune, le chalumeau pour lumière oxyéthérique de M. Molteni, utilisant l'oxygène et la vapeur d'éther pour la chauffe d'un morceau de craie, complètent la série des appareils divers, à l'usage des laboratoires, qui ont vu le jour pendant l'année écoulée.

V

L'Électricité fait encore très bonne figure à l'exposition, bien que les beaux temps des inventions retentissantes s'éloignent déjà de nous. La Société Cance, avec ses lampes à arc de faible consommation, la maison Bisson et Bergès, qui exploite les brevets Brianne, et la Société de l'Éclairage holophane, rivalisent par les flots de lumière dont elles égaient l'exposition. L'avènement de la lampe à arc de 2 ampères, construite à la fois par les deux premières maisons que nous avons citées, marque un progrès dans l'éclairage par l'arc, qui était réservé jusqu'ici aux cas où l'on pouvait s'en tirer par un petit nombre de foyers puissants. Les globes mignons exposés par M. Cance diffusent parfaitement la lumière de l'arc en un disque de 3 ou 4 centimètres de diamètre.

Nous ne pouvons quitter l'arc électrique sans rappeler les importantes applications auxquelles il a donné lieu dans ces dernières années : les procédés Cailletet, le procédé Cowles pour la préparation de l'aluminium, et, d'une manière générale, toute la métallurgie de cet élément, enfin, la préparation en grand de certains métaux, tels que le chrome et le titane, que l'on n'avait possédés jusqu'ici qu'en très petites quantités, marquent une étape dans la chimie minérale. Les travaux les plus importants dans cette voie sont dus à M. Joly et, plus encore, à M. Moissan. L'éminent chimiste avait exposé divers échantillons de ces métaux, que l'on peut qualifier de nouveaux au point de vue de leur utilisation dans l'industrie. Une autre application de la chaleur de l'arc a été faite au graphitage des charbons. On sait que toutes les variétés de charbon, le diamant lui-même, soumis à la température très élevée qui s'établit entre les électrodes d'un four électrique, se transforment en graphite. Ce principe a été utilisé par MM. Girard et Street pour donner aux crayons de charbon une plus grande conductibilité. Cette propriété devient précieuse dans l'électrolyse à l'aide d'électrodes en charbon, en usage dans l'industrie.

Les appareils de mesures ont subi quelques per-

fectionnements. L'électromètre absolu de MM. Abraham et Lemoine, construit par M. Carpentier, et le galvanomètre de M. P. Weiss rendront des services dans les laboratoires. Dans ce dernier instrument, l'équipage astatique consiste en deux aiguilles verticales parallèles, formant un circuit magnétique presque fermé, et possédant un moment d'inertie très faible, comparé à leur moment magnétique. Le galvanomètre très sensible a pris une importance considérable depuis l'extension des travaux au bolomètre, et c'est à ce genre de recherches, si magistralement développées par le Professeur Langley, que l'on doit les derniers perfectionnements de cet instrument. Le dispositif de M. Weiss permettra, sans doute, de pousser plus loin la précision de ces mesures.

Le compteur de quantité d'électricité, construit par MM. Ducretet et Lejeune, d'après les plans de M. E. Grassot, utilise de la façon la plus heureuse, l'idée, déjà ancienne, d'employer l'électrolyse à cette mesure. Un fil d'argent, vertical, plonge dans un creuset du même métal, rempli d'une solution de nitrate d'argent. Il est en dérivation sur le circuit principal, et le courant qui le traverse l'use peu à peu par le bas. Il descend dans le creuset, en entraînant, à l'aide d'une crémaillère, une roue actionnant un mécanisme d'horlogerie; la transformation est, on le voit, d'une simplicité idéale.

Le magnétomètre de M. Hospitalier, et l'appareil de M. Pellat pour la mesure des pouvoirs inducteurs spécifiques, construits par la même maison, répondent chacun à un problème important de Physique pratique. Ces appareils seront présentés, sans doute, à la Société de Physique, dans le courant de l'été, et nous préférons laisser à l'excellent chroniqueur de la *Revue*, le soin de les décrire en détail, avec la compétence que chacun lui reconnaît.

Nos lecteurs connaissent les ingénieux procédés par lesquels M. Janet détermine les constantes des courants interrompus ou alternatifs, à l'aide de la méthode électrochimique. Les recherches déjà célèbres de M. d'Arsonval sur les effets physiologiques des courants de haute fréquence, ont été aussi exposés très en détail dans cette *Revue*. Ces derniers travaux ont donné à plusieurs constructeurs, — MM. Ducretet et Lejeune, M. Figueras, M. Gaiffe, — l'occasion de combiner d'intéressants dispositifs. Les appareils de ce dernier constructeur se distinguent par leur forme compacte et leurs dimensions peu encombrantes.

Dans le même ordre d'idées, l'ozonateur statique de M. Bonetti répond à une préoccupation actuelle : celle d'employer l'oxygène, ainsi transformé par l'effluve, au traitement des affections des organes respiratoires.

Les phénomènes complexes, dont les lignes télégraphiques sous-marines sont le siège, peuvent difficilement être étudiés sur ces lignes elles-mêmes, qui sont employées jour et nuit à partir de l'instant où elles sont posées; mais on peut les remplacer par des lignes artificielles ayant même résistance et même capacité. C'est dans un but d'études de cette nature, que la Direction générale des Postes et Télégraphes a fait construire un modèle du câble Marseille-Alger. L'exécution en est fort élégante, et la mise hors circuit des résistances et des capacités se fait avec la plus grande facilité, et sans erreurs possibles.

Les câbles souterrains à circulation d'air sec sont, croyons-nous, une nouveauté. Le toron de fils isolés est enveloppé par un tube, dans lequel on fait passer un courant d'air chaque fois que le besoin s'en fait sentir, c'est-à-dire lorsque l'isolement tombe au-dessous d'une certaine valeur. On enlève ainsi l'humidité, et on arrive à décupler l'isolement. Ce système, inventé par M. Barbarat, et les actinomètres et relais de MM. Maréchal et Rigollot ont été adoptés par l'Administration des Télégraphes.

L'actinomètre électro-chimique est fondé sur un phénomène découvert par Becquerel, et dont MM. Gouy et Rigollot ont trouvé la forme la plus sensible. Une plaque de cuivre oxydée, plongée dans une solution de chlorure, bromure ou iodure métallique, se charge d'électricité sous l'action de la lumière, et fait naître un courant dans un circuit fermé sur une autre plaque plongée dans la même solution. Cette transformation de l'énergie rayonnante en énergie électrique, peut servir de mesure à la première, depuis que les détails du phénomène ont été étudiés par MM. Maréchal et Rigollot.

Parmi les applications diverses de l'électricité, signalons encore les belles reproductions galvanoplastiques de M. Ch. Rivaud, et les clichés en nickel d'une grande dureté, obtenus par M. Boudréaux.

VI

L'Optique est toujours représentée par de très beaux appareils qui ont valu aux maisons Duboscq et Pellin leur réputation universelle. Le stéréoscope médical du Dr Parinaud, le miroir à foyer variable de M. Piltchikoff, l'hématospectroscope, appareil imaginé par le Dr Maurice de Thierry pour déceler des traces infimes d'hémoglobine dans une solution, le spectrophotomètre de M. Melander, enfin le focomètre de M. G. Weiss sont les principales nouveautés exposées par cette dernière maison. On voit figurer pour la première fois, à l'exposition, les glaces platinées transparentes, construites par le procédé Dodé, modifié par MM. Pillon et Velter. Le spectre artificiel, ou, plus exactement, la toupie pour l'obtention du spectre par

une illusion d'optique, a été introduit en France par la maison Ducretet. Cette curieuse expérience, de M. Ch.-E. Benham, a donné lieu, en Angleterre, à une discussion qui n'est pas encore close; en réalité, on n'est pas fixé sur cette genèse des couleurs par la rotation d'un disque blanc et noir, et il se pourrait bien que la théorie en dût être cherchée dans les phénomènes oscillatoires découverts par Young et décrits plus récemment par M. Aug. Charpentier et M. Shelford Bidwell.

La mesure de l'intensité lumineuse des sources doit à M. Blondel de sérieux progrès. Nous avions déjà vu son photomètre exécuté en commun avec le Dr Broca. Son *lumen-mètre* (fig. 5 et 6), construit par la maison Sautter Harlé, est la réalisation de

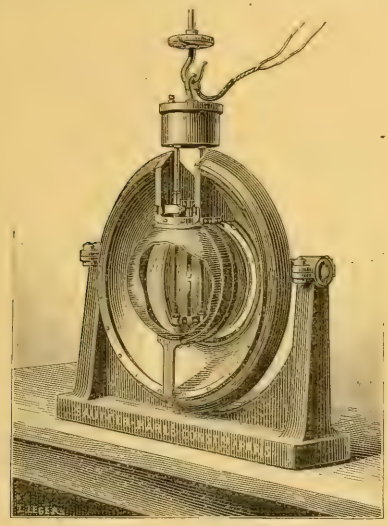


Fig. 5. — *Vue générale du lumen-mètre de M. Blondel.*

la méthode des écrans diffuseurs qu'il a préconisée.

La source L que l'on veut étudier, est placée au centre d'une sphère opaque SS (fig. 6) qui n'en laisse échapper que deux fuseaux de lumière ff' limités à deux plans diamétraux verticaux. Les flux lumineux sont réfléchis par deux zones Z et Z' d'un miroir en forme d'ellipsoïde de révolution, dont les foyers sont respectivement le centre de la sphère S S, et un point situé à 3 mètres de distance; on place à ce second foyer l'écran diffuseur, qui tient lieu alors de source éclairante. L'angle du fuseau est de 18°, et, dans le cas tout à fait général, il faut dix mesures pour étudier complètement la source; mais, lorsque celle ci est de révolution autour d'un axe vertical, on peut se contenter de deux mesures à angle droit. La mesure photométrique, faite sur la tache, donne immédiatement une valeur proportionnelle à l'intensité moyenne sphérique.

VII

Il nous reste à décrire quelques appareils et deux ou trois expériences qui ont échappé à notre classification. Mentionnons la sirène à moteur indépendant, imaginée par M. Pellat, et que nos lecteurs connaissent par la présentation qui en a été faite dans une séance de la Société ; l'audiomètre de M. Ch. Henry, construit par M. Radiguet, et destiné, à déterminer l'acuité de l'oreille. Les vibrations émanées de la source sonore sont conduites aux deux oreilles simultanément par des tuyaux portant des diaphragmes iris, montés de telle sorte qu'ils ne puissent pas recevoir d'ébranlement par l'intermédiaire des parties métalliques de l'appareil. La surface libre du diaphragme se substitue ainsi à la source, et l'énergie perçue par l'oreille est proportionnelle à cette surface.

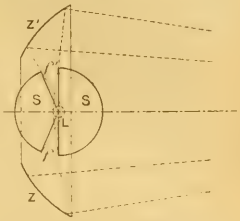


Fig. 6. — *Représentation schématique du lumen-mètre de M. Blondel.* — L, source lumineuse. — SS, sphère opaque ne laissant passer que deux faisceaux de lumière $f f'$. — Z Z', miroir ellipsoïdal.

Sur les confins de l'Optique et de l'Électricité se trouvent un grand nombre de phénomènes découverts récemment, et qui attirent de plus en plus l'attention des philosophes. Le mystère qui enveloppe encore les rayons cathodiques, malgré les splendides expériences de M. Lenard, celles de M. Goldstein, de MM. Wiedemann et Ebert, les mesures de M. J.-J. Thomson, ne semble pas près d'être dévoilé. Aucune expérience ne paraît parfaitement décisive pour choisir entre les diverses théories émises en vue d'expliquer ce singulier phénomène. M. de Kowalski a apporté à la discussion un élément nouveau, en montrant que ces rayons se forment non seulement sur la cathode, mais encore en tout point du tube qui présente un élargissement brusque sur le parcours du flux allant de la cathode à l'anode. L'expérience, montée par les soins de M. P. Curie, est parfaitement nette.

Le phénomène électro-statique de Kerr, à l'étude duquel M. J. Lemoine a apporté quelques contributions, a été présenté à la Société par ce dernier. Il consiste dans la double réfraction que subit la lumière dans un milieu transparent tel que le sulfure de carbone, placé dans un champ électrique.

Les phénomènes, découverts par Ira Remsen, sur la stabilité plus ou moins grande des sels de fer suivant l'intensité du champ magnétique auquel ils sont soumis, a fourni à M. Hurmuzescu

l'occasion d'un curieux travail sur la force électromotrice d'aimantation, c'est-à-dire la différence de potentiel qui se manifeste entre deux lames plongées dans la même solution et diversement aimantées : c'est un des plus curieux cas de réversibilité qu'il soit possible d'observer.

Enfin, la purification extrême à laquelle M. Bidet a soumis certains composés organiques l'a conduit à trouver que la coloration, prise par ces derniers sous l'action de la lumière, est due le plus souvent aux traces d'impuretés qu'ils contiennent. Quelles sont ces impuretés, en quantité infime, et qui, cependant, caractérisent souvent une substance? On ne saurait le dire encore, mais, en rapprochant ce fait, suivant l'exemple de M. Curie, de la conductibilité de certains corps due tout entière à une cause du même ordre, on trouve, dans cette analogie, une confirmation frappante des vues de Maxwell. Le pouvoir absorbant pour les radiations, qui produit à la longue la coloration, est connexe de la conductibilité. Si l'on envisage ces curieux phénomènes à un autre point de vue, on est surpris de voir le rôle très important que jouent, dans les phénomènes les plus ordinaires, les causes qui sembleraient, au premier abord, n'avoir aucune action. Les recherches de la nature de celles qu'a exécutées M. Bidet sont pénibles, et demandent, en même temps que des soins minutieux, une très grande persévérance.

Ces recherches valent-elles les peines qu'elles coûtent? Le spectateur, étranger aux luttes pour la recherche de la vérité, eût pu émettre un doute à ce sujet il y a quelques mois à peine ; la découverte de l'Argon, qui a dû le jour à un long travail de patience et de mesures précises, est le meilleur argument en faveur de semblables recherches.

Ch.-Ed. Guillaume,
Docteur ès Sciences,
Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

REVUE ANNUELLE D'ASTRONOMIE

L'Astronomie a fait des progrès importants dans l'année qui vient de s'écouler; pour les retracer tous, il faudrait plus d'espace que je n'en dispose, et je devrai me borner aux faits les plus saillants.

I. — DÉCOUVERTES DE COMÈTES

En 1894, on a découvert trois comètes nouvelles, et retrouvé deux comètes périodiques.

1. — *Comète de Denning.* — Cet astre, très faible, a été découvert le 26 mars par M. Denning. Avec un intervalle d'observations de quatre jours seulement, M. Schulhof a calculé une orbite parabolique, et trouvé, entre ses éléments et ceux de deux anciennes comètes, une ressemblance qui lui a permis d'annoncer que la nouvelle comète était probablement périodique. L'événement a justifié cette prévision : au bout de dix jours, l'orbite parabolique était notoirement insuffisante. Une orbite elliptique, calculée à l'aide d'un mois d'observations, assigne à la comète une durée de révolution d'environ sept ans. M. Hind et M. Lamp pensent que ce serait la comète de Brorsen, qui n'a pas été revue depuis 1879. Il est probable que, si les deux astres ne sont pas identiques, ce sont du moins deux fragments d'une même comète.

2. — *Comète de Gale.* — Découverte le 1er avril à Sydney par un astronome amateur, avec un télescope de trois pouces d'ouverture, elle est devenue visible à l'œil nu pendant quelques jours. Une photographie prise à l'Observatoire de Paris par MM. Henry révèle la présence d'une queue assez longue. Avec une pose de deux heures, M. Barnard a obtenu une belle épreuve qui montre l'avantage de la photographie pour l'étude des détails des queues de comètes.

3. — *Comète de Tempel* (1873 II). — Cette comète a été retrouvée par M. Finlay au Cap de Bonne-Espérance, presque exactement (à moins de 3′ de distance) à la position calculée par M. Schulhof, ce qui est un beau résultat, quand on songe que la comète n'avait pas été revue depuis 1878; le moment du passage au périhélie avait été prédit par M. Schulhof à quelques heures près.

4. — *Comète d'Encke.* — Cette comète célèbre, qui est la seule à témoigner de la résistance d'un milieu interplanétaire, a été retrouvée simultanément le 31 octobre, par M. Perrotin à Nice et par M. Wolf à Heidelberg. Elle a fait pendant vingt ans l'objet des profondes recherches de M. Backlund. Malheureusement, cet astronome a renoncé à poursuivre ces études absorbantes. Le monde savant regrette sa détermination, tout en la comprenant, car M. Backlund vient d'être appelé à la direction du bel Observatoire de Poulkovo, où il continuera à rendre de grands services à la science.

5. — *Comète de E. Swift.* — Cette comète, d'un

éclat très faible, a été découverte le 20 novembre dernier en Californie par M. E. Swift, qui se prépare, comme on voit, à suivre dignement les traces de son père. A la simple lecture de la dépêche faisant connaître la découverte, M. Schulhof, constatant le sens direct du mouvement de l'astre et sa faible vitesse, eut le pressentiment que la comète devait être périodique. M. Perrotin a bien voulu nous envoyer télégraphiquement deux observations faites à Nice les 22 et 29 novembre; en y joignant une observation obtenue à Paris par M. Bigourdan, M. Schulhof put calculer une orbite parabolique qui mit en évidence une très grande ressemblance de la nouvelle comète avec une comète découverte à Rome en 1844 par de Vico, qui avait été cherchée à plusieurs reprises, mais sans succès, et que l'on considérait comme perdue. L'identité des deux astres a été confirmée par les observations et les calculs ultérieurs.

A la fin du siècle dernier, on disait de Messier que c'était un véritable furet pour la découverte des comètes. On en pourrait dire autant de M. Schulhof, à cause de son flair particulier pour pressentir leur périodicité, d'après certains indices qui échapperaient à des calculateurs très habiles.

Cette découverte de la comète de de Vico est un événement astronomique important, et il est bon d'y insister. La comète était très belle en 1844, car on put même l'apercevoir à l'œil nu durant quelques jours. M. Faye avait calculé à cette époque une orbite parabolique reposant sur un intervalle de *cinq jours d'observation* seulement. Quelques jours après, la comète se refusait nettement à suivre la parabole. M. Faye détermina une orbite elliptique et annonça que la comète devait revenir tous les cinq ans et demi. Elle a manqué sept fois au rendez-vous, et s'est décidée à y paraître la huitième fois; c'est un beau succès pour la science, et, en particulier, pour le doyen respecté des astronomes français qui, dans sa verte vieillesse, voit confirmer brillamment les calculs qu'il faisait il y a un demi-siècle.

On peut trouver surprenant que la comète ait échappé si longtemps aux recherches, car elle n'a pas cessé d'occuper les positions qui lui avaient été assignées. Mais il faut remarquer que, si on l'a revue en 1894, c'est qu'on disposait d'un instrument puissant, ce qui n'avait pas eu lieu dans les retours antérieurs. On en doit conclure seulement que la comète, qui était très brillante en 1844, a perdu depuis presque tout son éclat; elle s'est contentée d'un beau moment dans son existence. Ce fait paraît devoir se généraliser. C'est ainsi que la comète Holmes de 1892, qui a été très lumineuse pendant quelques jours, est devenue bientôt invisible dans les plus fortes lunettes, sans que, pour cela, son éloignement de la Terre et du Soleil ait varié beaucoup. Il semble donc qu'à certaines époques, sous l'influence de causes encore inconnues, sans doute de crises intérieures, les comètes se présentent sous un éclat exceptionnel qu'elles sont impuissantes à maintenir, et retombent ensuite dans une extrême faiblesse.

II. — DÉCOUVERTES DE PETITES PLANÈTES

Ces découvertes en 1894 ont été au nombre de 23, dont 11 faites à Nice, 6 à Heidelberg, 2 à Bordeaux, 1 à Paris et 1 à Marseille. On en avait compté 31 en 1892 et 40 en 1893. A la fin de 1894, le nombre des petites planètes était juste de 400. Du 24 mars au 1er décembre, on n'en a trouvé aucune, et cependant de nombreux clichés photographiques ont été obtenus et examinés, notamment à Nice. Bien que les mois d'été soient moins favorables aux découvertes, parce que les nuits sont plus courtes, et que la région moyenne dans laquelle se meuvent les petites planètes est moins élevée sur l'horizon dans nos latitudes, on peut en conclure que le nombre des astres qui restent à découvrir, du moins ceux qui sont assez brillants, décroît très sensiblement.

Parmi les planètes de 1894, il s'en trouve une, BE, qui a excité un vif intérêt : la rapidité de son mouvement dans le sens perpendiculaire à l'équateur céleste avait fait penser que son orbite devait être fortement inclinée sur l'écliptique, au moins autant que celle de Pallas. Cette induction n'a pas été confirmée entièrement : l'inclinaison, qui est notable, avait été exagérée parce que la planète était relativement très voisine de la Terre, presque autant que Mars dans son plus grand rapprochement. C'est, de toutes les petites planètes connues actuellement, celle qui passe le plus près de la Terre, et elle est appelée à fournir une détermination très précise de la distance qui nous sépare du Soleil.

Les découvertes de ces dernières années ont beaucoup étendu les dimensions de l'anneau des petites planètes, du côté de Mars et de celui de Jupiter. On sait que, dans l'intervalle de ces limites extrêmes, la distribution des astéroïdes est loin d'être régulière. On avait signalé depuis longtemps des zones dépourvues de petites planètes, constituant de véritables lacunes dans l'ensemble. Un assez grand nombre de ces lacunes ont été comblées par les découvertes récentes, et ne doivent être regardées désormais que comme des régions de pauvreté relative; il n'en reste plus que deux principales, qui correspondent à des mouvements angulaires deux fois ou trois fois plus rapides que celui de Jupiter. Nous sommes heureux de signaler à ce sujet les recherches de M. le général Parmentier, qui tient une comptabilité scrupuleuse des

astéroïdes suivant leurs distances au Soleil, et inscrit chaque nouveau venu à sa place, heureux de voir respectées les deux zones encore vierges. M. O. Callandreau a fait des études théoriques sur les lacunes en question.

Il serait très intéressant de connaître exactement les diamètres des petites planètes; on y arriverait en mesurant les angles sous lesquels on les voit de la Terre. Mais ces angles sont malheureusement bien petits, et disparaissent dans les diamètres factices que les meilleures lunettes donnent à tous les astres indistinctement. C'est tout juste si l'on peut résoudre le problème pour les quatre anciennes petites planètes, qui sont certainement les plus grosses. On avait cru jusqu'ici que Vesta, qui se présente avec le plus grand éclat, et peut même devenir visible à l'œil nu dans des conditions favorables, avait aussi le plus fort diamètre. M. Barnard, utilisant la puissante lunette de l'Observatoire Lick, a montré que le plus gros des astéroïdes est Cérès, dont le diamètre de 850 kilomètres est à peu près le $\frac{1}{15}$ de celui de la Terre; viennent ensuite Pallas et Vesta, avec des diamètres de 500 et de 400 kilomètres. Ses observations ne laissent aucun doute sur l'ordre de grandeur de Cérès et de Vesta : car la première planète se présentait sous un angle deux fois plus grand que la seconde, et cependant elle était plus éloignée de la Terre au moment des observations. Il faut en conclure que Vesta réfléchit beaucoup mieux que Cérès la lumière du Soleil.

Il semble qu'on ne fasse pas une hypothèse trop invraisemblable en fixant à 130 kilomètres le diamètre moyen des astéroïdes, jusqu'à la douzième grandeur; c'est à fort peu près le $\frac{1}{100}$ du diamètre de la Terre. En supposant que les densités soient les mêmes, on voit que la masse de chacun de ces petits astres ne serait que la millionième partie de celle de la Terre. M. Perrotin a d'ailleurs conjecturé d'une façon plausible que leur nombre ne serait guère que de 700 ou 800. Soyons plus large, et mettons en 1000. L'ensemble ne fera que la millième partie de la masse de la Terre; c'est bien peu de chose dans l'ensemble du système planétaire.

III. — RECHERCHES DE MÉCANIQUE CÉLESTE

Planètes. — Nous avons cette année à signaler quantité de résultats importants. On sait que Le Verrier a consacré de longues années à calculer les positions des planètes, en prenant pour base la loi de Newton, et à confronter le résultat de ses calculs avec l'observation. Il a trouvé un accord satisfaisant pour toutes les planètes, sauf deux. Mercure a présenté une petite anomalie qui a conduit Le Verrier à admettre l'existence d'une ou de plusieurs planètes intra-mercurielles; mais Saturne a montré des irrégularités bien nettes, quoique faibles, dont la cause était encore ignorée. Cette difficulté a été éclaircie par M. Gaillot, chef du Bureau des Calculs à l'Observatoire de Paris; par une longue collaboration avec Le Verrier, il était, mieux que personne, à même de discerner les points où les calculs de l'illustre astronome demandaient à être complétés. Il a reconnu quelques oublis, très excusables dans d'aussi longs calculs, et, en les réparant, il a eu la satisfaction de voir que Saturne rentrait dans l'ordre, et obéissait exactement à la loi de Newton. C'est un beau travail, qui assure à M. Gaillot la reconnaissance des astronomes.

M. Newcomb, astronome américain, placé à la tête de la science, a entrepris de reprendre les théories de Mercure, Vénus, la Terre et Mars, en tenant compte de toutes les observations laissées de côté par Le Verrier, ou faites après lui, et en introduisant des données uniformes qui manquaient à son illustre prédécesseur. On jugera de l'étendue du travail en considérant que M. Newcomb n'a pas discuté moins de 62.000 observations.

Cette discussion l'a conduit à des conclusions importantes : en premier lieu, l'excès du mouvement du périhélie de Mercure, mis en évidence par Le Verrier, a été pleinement confirmé et même un peu augmenté. Mais, en outre, de légères anomalies ont été constatées dans le mouvement de Vénus. M. Newcomb pense que l'on pourrait les expliquer en admettant un anneau de petites planètes, non plus entre le Soleil et Mercure, mais entre Mercure et Vénus. Il reconnaît, toutefois, que cette hypothèse soulève une difficulté sérieuse, car il n'est guère admissible que ces petites planètes aient échappé jusqu'ici à l'attention des observateurs. M. Newcomb a proposé une autre solution, qui consiste à modifier très légèrement la loi de Newton; les astronomes ne s'y résigneront pas sans peine; ils attendront encore des lumières nouvelles des observations et des spéculations théoriques ultérieures avant de formuler un jugement définitif. Plus que jamais les observations de précision conservent leur importance pour contrôler sans cesse la solution approchée des perturbations planétaires, dont on doit se contenter en l'absence d'une solution mathématique rigoureuse reconnue impossible.

Satellites. — Les mouvements des planètes n'ont pas été seuls l'objet de recherches théoriques importantes; les études faites sur les satellites ont présenté aussi de l'intérêt. Ainsi, la discussion de l'ensemble des mesures faites sur les satellites de Mars a mis en évidence un mouvement de rotation de leurs orbites, qui est causé par l'attraction du

renflement équatorial de la planète, et conduira à la détermination de l'aplatissement de Mars, élément dont la faiblesse a échappé jusqu'ici aux mesures directes. Le même effet se produit pour le cinquième satellite de Jupiter; il n'était pas douteux à l'avance. Seulement, l'orbite est presque exactement circulaire; néanmoins, les observations ont révélé la trace de la rotation qui avait été prédite. Enfin, le satellite de Neptune continue à manifester des dérangements dont la cause était restée énigmatique, et que nous avons attribués à l'action du renflement équatorial de la planète. On peut même se faire une idée de la grandeur de l'aplatissement de Neptune, que les plus puissantes lunettes ne mettront sans doute jamais en évidence, tant le disque de la planète nous paraît petit.

Comètes. — « Le ciel, disait Képler, est plein de comètes, comme la mer de poissons. » S'il en est ainsi, la pêche de 5 comètes en 1894 n'a guère été fructueuse; mais il faut remarquer que nous ne voyons qu'une faible partie des comètes, celles qui viennent à passer assez près du Soleil pour réfléchir une lumière suffisamment intense, permettant de les apercevoir.

Quelle est l'origine des comètes? C'est une question qui a été très controversée parmi les astronomes, les uns pensant qu'elles décrivent autour du Soleil des ellipses dont l'extrémité la plus éloignée est beaucoup plus voisine de nous que les étoiles; les autres les regardant volontiers comme venant des régions stellaires. Cette dernière opinion soulève une difficulté insurmontable : à cause du mouvement rapide du système solaire, une comète qui y pénètre, à moins d'avoir exactement la même vitesse en grandeur et en direction, devrait décrire généralement une hyperbole bien caractérisée, et non pas une parabole ou une ellipse. Or, on n'observe pour ainsi dire pas de comètes hyperboliques; il y en a bien quelques-unes, en très petit nombre, et encore, pour l'une d'elles, une comète de 1886, M. Thraen a reconnu que c'étaient les perturbations des planètes qui l'avaient rendue hyperbolique : auparavant, elle était parabolique. Il est donc nécessaire d'admettre que les comètes que nous observons font partie intégrante du système planétaire. M. Fabry, astronome de Marseille, a exposé dans une thèse importante, les raisons qui militent en faveur de cette manière de voir.

IV. — PHOTOGRAPHIE ASTRONOMIQUE

Carte photographique du Ciel. — L'entreprise internationale de la Carte photographique du Ciel se poursuit dans des conditions satisfaisantes. On sait que le travail a été réparti entre dix-huit observatoires situés dans les deux hémisphères. Dans l'Amérique du Sud, les événements politiques ont causé un retard qui n'est que momentané, nous en sommes convaincu. L'entreprise comprend deux parties distinctes : d'abord un catalogue de toutes les étoiles jusqu'à la onzième grandeur inclusivement, qui renfermera les positions précises d'environ deux millions d'étoiles. On peut dire que, quand il sera terminé, ce sera une œuvre grandiose, à laquelle demeurera attaché le nom de l'amiral Mouchez. Chaque observatoire devait obtenir de 1.000 à 1.500 clichés photographiques. Dans trois de ces établissements, cette partie du travail est aujourd'hui terminée; dans d'autres, elle est faite aux deux tiers ou à la moitié. Il y avait lieu de se demander si, dans ces conditions, il n'était pas opportun de réunir à Paris un Congrès pour préparer la publication définitive. Cette proposition, formulée par M. Gill, le savant directeur de l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance, va être soumise aux membres du Comité international, et si, comme il y a lieu de s'y attendre, les réponses sont favorables, le quatrième Congrès astro-photographique se réunira au mois de mai 1896.

La seconde partie du travail comprend l'exécution de la carte proprement dite, contenant toutes les étoiles jusqu'à la quatorzième grandeur inclusivement; on estime qu'il y en aura environ 30 millions. Cette partie est moins avancée que le Catalogue, parce que les 1.000 ou 1.500 clichés attribués à chaque observatoire doivent être faits avec des poses d'une heure, tandis que cinq minutes suffisent pour les clichés du Catalogue. L'intervention du Congrès serait encore ici très utile.

Un crédit annuel vient d'être voté pour permettre aux observatoires d'Alger, Bordeaux, Paris et Toulouse, de publier la région de la carte qui les concerne.

Photographies lunaires de MM. Lœwy et Puiseux. — MM. Lœwy et Puiseux ont fait à l'Observatoire, avec le grand équatorial coudé, de belles photographies de la Lune. Les images directes sont les plus grandes que l'on ait obtenues jusqu'ici; elles ont 0^m18 de diamètre. En les agrandissant ensuite vingt-cinq fois avec une source de lumière artificielle, on obtient une image de la Lune de 4^m50 de diamètre, sur laquelle on distingue une quantité de détails, jusqu'à la dimension de 1 à 2 kilomètres [1]. Il convient de rappeler les belles épreuves obtenues antérieurement par MM. Henry. Il est curieux de mettre en regard une série de

[1] A une récente réunion de la Société Astronomique de France, un certain nombre de ces clichés ont été mis par projection sous les yeux du public par M. Puiseux, qui a fait sur la géographie lunaire une conférence très intéressante.

dessins de la Lune faits sous la direction de Dominique Cassini vers 1671 ; le rapprochement est instructif et fait saisir tous les progrès réalisés.

V. — ATMOSPHÈRE DE MARS

C'est une question intéressante au plus haut degré de savoir si cette planète a une atmosphère, si cette atmosphère est composée des mêmes gaz que la nôtre, et si, en particulier, elle contient de la vapeur d'eau, car on sait quel rôle important joue cet élément à la surface de la Terre. Cette question doit être abordée par le spectroscope; mais elle est très difficile à résoudre, car tout porte à penser que l'atmosphère de Mars doit être très peu dense; de plus, les rayons lumineux qui nous viennent de la planète n'ont traversé qu'une faible épaisseur de son atmosphère, et ne peuvent rapporter que des traces légères du séjour qu'ils y ont fait.

Le spectroscope ne donne que la somme des effets produits par l'atmosphère de la Terre et par celle de Mars. Le premier de ces effets est d'ailleurs beaucoup plus intense que le second; il est donc très difficile de les séparer et de les compter chacun à sa juste valeur. M. Janssen a pensé que le meilleur procédé consistait à faire les observations dans une station élevée et par une température très basse, car on diminuerait ainsi beaucoup l'intensité du spectre tellurique, sans toucher au spectre de Mars. Il a réalisé ces conditions sur l'Etna en 1867, pendant des nuits très froides, de sorte que les rayons réfléchis par la planète Mars n'avaient à traverser que des parties très rares de notre atmosphère, et presque entièrement dépouillées de vapeur d'eau. M. Huggins et M. Vogel ont suivi une méthode différente, en comparant à plusieurs reprises, et quand ces astres avaient la même hauteur, le spectre de Mars et celui de la Lune; ce que le premier avait en plus devait être attribué à l'atmosphère de Mars. Toutes ces observations ont montré que Mars possède une atmosphère de constitution semblable à la nôtre. M. et Mme Huggins ont cru apercevoir une bande qui n'a pas sa correspondante dans le spectre tellurique et indiquerait la présence d'un gaz différent de ceux de notre atmosphère. Cependant, un astronome américain très connu, M. Campbell, a cru pouvoir affirmer que le spectroscope n'indique pas la présence d'une atmosphère. Cette contradiction tient sans doute à ce que l'effet qu'il s'agit de constater est très faible, et que la moindre différence dans les instruments employés suffit à le masquer. Les faits constatés par MM. Janssen, Huggins et Vogel ne paraissent pas pouvoir être mis en doute. Ajoutons que les observateurs, qui se sont voués à l'étude de Mars, ont remarqué, à de certains moments, dans la visibilité des détails de la surface, des différences qui ne peuvent guère s'expliquer que par la présence de nuages dans l'atmosphère de la planète; c'est une nouvelle preuve qui a bien sa valeur.

VI. — VITESSE RADIALE DES NÉBULEUSES

Nous connaissons les distances qui nous séparent d'un certain nombre d'étoiles, vingt-cinq environ; elles sont comprises entre trois cent mille fois et trois millions de fois la distance de la Terre au Soleil. Les nébuleuses sont, sans doute, plus éloignées; toutes les tentatives faites pour évaluer leurs distances ont échoué jusqu'ici; aucune d'elles n'est connue, même grossièrement. Si l'on veut bien considérer que plusieurs nébuleuses occupent sur la voûte céleste des étendues considérables, on est conduit à leur attribuer des dimensions réellement prodigieuses. L'intérêt qui s'attache à ces astres augmente encore, quand on songe que la plupart sont des mondes en voie de formation, et que le système solaire tout entier est sorti de l'une d'entre elles. Un astronome américain, M. Keeler, est parvenu à déterminer les vitesses avec lesquelles un certain nombre de nébuleuses, une quinzaine, se rapprochent ou s'éloignent de nous. En défalquant l'effet apparent produit par le mouvement de transport du système solaire, il reste la vitesse réelle, ou plutôt la composante de cette vitesse suivant le rayon visuel. Or, ces vitesses réelles atteignent 50 et même 60 kilomètres à la seconde pour certaines nébuleuses. Ce beau résultat, qui transporte notre petit kilomètre à des distances immenses, repose en grande partie sur les travaux d'un physicien français, M. Fizeau. On en peut conclure que, si la distance de ces nébuleuse n'est pas plus grande que vingt millions de fois la distance du Soleil, au bout d'un siècle on les aura vues se déplacer légèrement sur la voûte céleste, à peu près de l'épaisseur d'un des fils d'araignée tendus au foyer de nos lunettes. Si elles sont encore plus loin, on attendra deux siècles, dix siècles s'il le faut. On finira par savoir le degré de leur éloignement.

On voit que la patience et l'abnégation doivent être des vertus astronomiques par excellence. Mais les astronomes les pratiquent depuis longtemps; ils ont pris l'habitude de travailler pour leurs successeurs, trop heureux quand ils peuvent attacher leur nom à l'une des pierres de l'édifice scientifique qui grandit tous les jours, et ne sera jamais terminé [1].

F. Tisserand,
de l'Académie des Sciences,
Professeur d'Astronomie à la Sorbonne,
Directeur de l'Observatoire de Paris.

[1] Ce travail a été lu à la Société Astronomique le 3 avril 1895.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LES PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DU FER SONT-ELLES INFLUENCÉES PAR DES RENVERSEMENTS FRÉQUENTS DE POLARITÉ?

Si nous aimantons un barreau de fer doux, l'induction magnétique $\mathfrak{B}$ est représentée, en fonction de l'intensité du champ $\mathfrak{H}$, par une courbe semblable à celle de la figure 1, et on démontre que le travail dépensé dans l'aimantation est exprimé par l'intégrale :

$\frac{1}{4\pi}\int \mathfrak{H}\, d\,\mathfrak{B}$ [1] ou, en notation anglaise : $\frac{1}{4\pi}\int \mathbf{H}\, d\,\mathbf{B}$.

Si, maintenant, nous prenons un barreau soumis à une force $\mathfrak{H}$, et que nous le soumettions à des forces décroissantes jusqu'à $-\mathfrak{H}$ pour revenir ensuite à $\mathfrak{H}$, la courbe

$$\mathfrak{B} = f\,(\mathfrak{H})$$

est une courbe cyclique de la forme de celles que représente la figure 2. Le travail dépensé pour faire parcourir un tel cycle au barreau de fer, n'est pas nul; il a pour valeur :

$$\frac{1}{4\pi}\int \mathfrak{H}\, d\,\mathfrak{B},$$

ou bien encore :

$$\int \mathfrak{H}\, d\,\mathfrak{I},$$

ces intégrales étant prises le long du contour fermé.

Ce travail est ce qu'on appelle la *perte par hystérésis*. C'est, avec les courants de Foucault, l'une des causes de dépense d'énergie dans les transformateurs, dépense d'ailleurs remarquablement faible, puisque l'on sait que les transformateurs industriels atteignent facilement des rendements de 96 °/₀.

M. Partridge, dans *The Electrician* du 7 décembre dernier, fit remarquer que cette perte d'énergie est généralement plus forte quand le transformateur a déjà un certain temps de service que lorsqu'il est neuf. A quoi tient cette différence? Est-elle due à une sorte de fatigue moléculaire du métal qui lui donnerait une certaine paresse et ferait qu'il exige plus de travail pour obéir à la force du champ alternatif qui le sollicite? C'est dans le but de jeter un peu de lumière sur cette question que le professeur Ewing a procédé aux expériences dont il nous expose les résultats dans *The Electrician* du 11 janvier.

Il a tout d'abord tenu compte de deux observations faites dans le même journal, le 14 et le 21 décembre, par M. Blathy et M. Mordey. M. Blathy remarqua que, si l'on chauffe un transformateur à 150° pendant quelques heures, la perte dans son noyau augmente de près de 25 °/₀. M. Mordey constata les mêmes effets par suite d'un échauffement modéré, mais long. Pour se mettre à l'abri de ces causes d'erreur, M. Ewing employa des noyaux de petit volume et d'une grande surface de refroidissement. Ces noyaux étaient au nombre de trois, formés de vingt disques plats de transformateur de 0 mm. 345 d'épaisseur.

Les bobines magnétisantes étaient faites chacune d'une seule couche de fils et comprenaient 111 tours.

Si l'on soumet un fer absolument doux à l'action d'une force alternative d'aimantation, les premiers renversements de polarité affectent, en effet, les propriétés magnétiques du fer, et il faut plusieurs douzaines de renversements pour obtenir la courbe cyclique régulière dont nous avons parlé. Il ne s'agissait donc pas, dans le cas du professeur Ewing, d'un cycle parcouru un nombre restreint de fois; il s'agissait, au contraire, d'une action répétée très souvent et très longtemps. En fait, après avoir étudié préalablement sur les trois noyaux de fer la courbe $\mathfrak{B} = f\,(\mathfrak{H})$ (c'est-à-dire la *perméabilité*), et les valeurs $\int \mathfrak{H}\, d\,\mathfrak{I}$, on relia les bobines de ces noyaux au réseau de la *Cambridge Electric Supply Company*, depuis le 29 novembre jusqu'au 10 décembre; elles étaient en série avec une lampe qui servait en même temps de résistance et d'indicateur de courant. Le nombre des périodes était de 80 par seconde. A la suite de ces 11 jours, les trois anneaux furent soumis aux mêmes essais qu'au début des expériences. Le résultat fut contraire à toutes les prévisions : on ne put trouver la moindre trace d'altération dans les propriétés magnétiques du fer. Nous reproduisons d'ailleurs ci-après (Tableau I) les nombres obtenus dans les expériences précédentes.

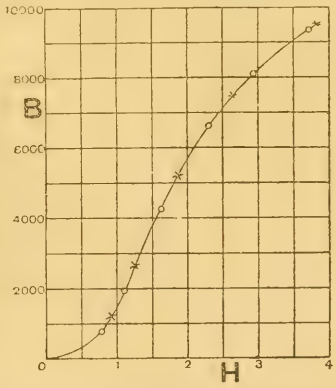


Fig. 1. — *Perméabilité magnétique d'un noyau de fer avant et après les renversements.* — (Les valeurs H de l'intensité du champ sont portées en abscisses; les valeurs de l'induction magnétique B, en ordonnées.) — Les états de perméabilité *avant* les renversements sont marqués par le signe O; les états de perméabilité *après* les renversements sont marqués par le signe X.

Ces nombres ont servi à construire la courbe de la figure 1, où le signe O correspond à une mesure faite au début, et le signe X à une mesure faite à la fin des expériences. On voit que tous les points, quels qu'ils soient, appartiennent bien à une seule et même courbe.

[1] Dans les ouvrages français, l'induction magnétique, l'intensité d'un champ d'aimantation et l'intensité d'aimantation sont généralement représentées par les symboles $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{H}$, $\mathfrak{I}$; dans les ouvrages anglais par **B**, **H**, **I**.

TABLEAU I

donnant les valeurs correspondantes de $\mathfrak{B}$ et de $\mathfrak{H}$

MESURES FAITES AU DÉBUT DES EXPÉRIENCES		MESURES FAITES A LA FIN DES EXPÉRIENCES	
$\mathfrak{H}$	$\mathfrak{B}$	$\mathfrak{H}$	$\mathfrak{B}$
0.79	780	0.93	1200
1.11	1930	1.27	2630
1.62	4270	1.87	5200
2.30	6610	2.65	7480
2.94	8100	3.81	9540
3.72	9360		

La figure 2 représente en groupe les courbes cycliques obtenues par suite des premières et des secondes

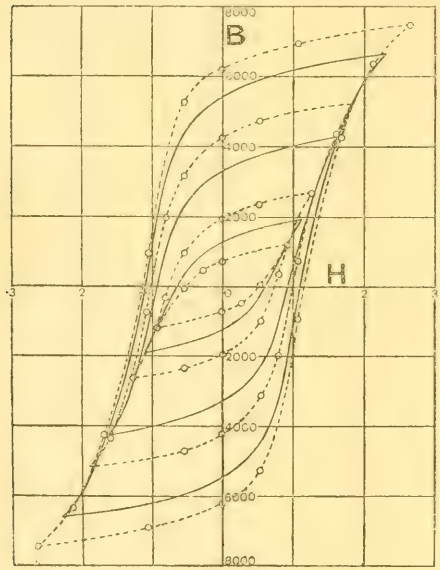


Fig. 2. — *Courbes cycliques obtenues avant et après les renversements.* — (Mêmes abscisses et mêmes ordonnées que dans la figure 1.) — Les courbes tracées en traits pleins (—) ont été obtenues *avant* les renversements; les courbes tracées en tirets (- - -) ont été obtenues *après* les renversements.

mesures. Les unes sont représentées par des traits pleins, les autres par des petits tirets. Il est absolument impossible de ne pas les réunir en un groupe unique. Ces courbes ont donné les nombres suivants (Tableau II).

TABLEAU II

donnant les différentes valeurs de la perte par hystérésis

MESURES FAITES AU DÉBUT DES EXPÉRIENCES		MESURES FAITES A LA FIN DES EXPÉRIENCES	
$\mathfrak{B}$	$\int \mathfrak{H}\, d\,\mathfrak{B}$	$\mathfrak{B}$	$\int \mathfrak{H}\, d\,\mathfrak{B}$
780	67	1200	140
1930	290	2630	510
4270	1060	5200	1470
6610	2130	7480	2590
8100	2920		

Si, de ces nombres, nous formons une courbe, nous obtenons la courbe de la figure 3, qui présente absolument le même caractère que celle de la figure 1. Les valeurs de la perte par hystérésis sont exprimées en ergs.

Ainsi, le résultat des expériences a été absolument négatif, et cependant la période d'essai était assez longue pour déceler un changement quelconque, si l'effet signalé par M. Patridge avait eu pour cause une fatigue moléculaire du fer.

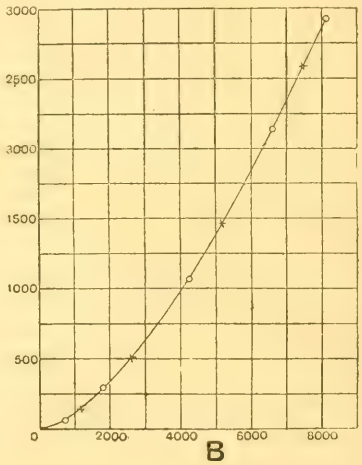


Fig. 3. — *Perte par hystérésis avant et après les renversements.* — (Les valeurs de l'induction magnétique B ont été portées en abscisses; les valeurs de la perte par hystérésis ont été portées en ordonnées et exprimées en ergs.) — Les signes 0 et x sont ceux de la figure 1.

Il serait intéressant de procéder à des expériences analogues relativement aux effets signalés par M. Blathy et M. Mordey. C'est peut-être à l'élévation de température qu'est due la variation des propriétés magnétiques des noyaux des transformateurs.

A. Gay,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Lacour (E.), *Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée Saint-Louis.* — 1° Sur des fonctions d'un point analytique à multiplicateurs exponentiels ou à périodes rationnelles; — 2° Sur l'équation de la chaleur : $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=\frac{\partial u}{\partial z}$. — *Thèses pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.* — *1 vol. gr. in-8° de 75 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

1. — Dans son célèbre Mémoire sur les Fonctions abéliennes, Riemann fonde la solution du problème de l'inversion sur les propriétés de la fonction Θ dans laquelle on a remplacé les variables par les intégrales de première espèce correspondantes. La fonction ainsi formée est uniforme sur la surface de Riemann affectée de coupures : elle ne change pas quand la variable franchit une des coupures a; elle se reproduit multipliée par une exponentielle, dont l'exposant est une intégrale de première espèce, quand la variable franchit une des coupures b. Il est évident que la dérivée logarithmique de cette fonction croît de fonctions rationnelles du point analytique (x, y), quand ce point franchit une coupure b : on peut donc dire que les modules de périodicité de cette fonction sont rationnels en x et y.

M. Lacour a étudié deux catégories générales de fonctions qui comprennent, comme cas très particulier, cette fonction de Riemann et sa dérivée logarithmique.

Dans une première partie, M. Lacour étudie une fonction qui n'a que des pôles et dont les valeurs, aux deux bords d'une coupure, diffèrent par un facteur exponentiel ayant pour exposant une fonction linéaire donnée des p intégrales de première espèce. Il montre que les coefficients de ces fonctions linéaires ne peuvent pas être pris arbitrairement et sont assujettis aux conditions suivantes : lorsqu'on a ramené à l'unité tous les multiplicateurs qui correspondent aux coupures a, ce qui est toujours possible, l'un des coefficients doit être entier dans chacune des fonctions linéaires qui forment les exposants des multiplicateurs relatifs aux coupures b. Ces coefficients entiers interviennent quand on cherche l'excès du nombre des zéros de la fonction sur le nombre de ses infinis. La considération de certaines intégrales curvilignes fournit d'importantes propositions qui relient, les uns aux autres, le théorème d'Abel, son extension aux fonctions à multiplicateurs constants, et le théorème de Riemann sur les zéros de la fonction Θ transformée, comme nous l'avons dit, en fonction d'un point analytique.

Dans la deuxième partie, M. Lacour étudie des fonctions n'ayant que des pôles et admettant sur les $2p$ coupures, $2p$ modules de périodicité formés de *fonctions rationnelles données arbitrairement*. Il montre qu'il existe toujours des fonctions répondant à la question; pour cela, il établit d'abord ce fait que les pôles et les résidus de la fonction sont liés par p relations qui, dans certains cas, peuvent se réduire à des identités. Puis, et c'est là un résultat des plus remarquables, il donne l'expression générale de la fonction quand on connaît les pôles et les résidus. Cette expression est fournie par une somme d'intégrales définies dans lesquelles la variable figure comme un paramètre. La vérification de la propriété fondamentale de la fonction ainsi formée résulte, d'une part, des théorèmes donnés par M. Hermite sur les intégrales définies affectées de coupures et, d'autre part, des relations précédemment établies entre les pôles et les résidus.

Dans une troisième et dernière partie, M. Lacour montre que les fonctions nouvelles qu'il introduit dans l'analyse se présentent nécessairement comme intégrales de certaines équations linéaires à coefficients algébriques, avec second membre.

2. — M. Lacour donne d'abord un résultat élégant, analogue au théorème connu de Thomson, sur l'inversion, dans la théorie du potentiel : il détermine les transformations réelles qui ramènent l'équation à la même forme; en laissant de côté les transformations évidentes résultant des considérations d'homogénéité et des formules du changement d'axes coordonnés, il trouve qu'il n'y a qu'une transformation répondant à la question : c'est une certaine transformation homographique pour les coordonnés. Ce résultat, qui se rattache aux travaux de M. Lie, permet de déduire de la solution d'un problème sur la chaleur la solution d'un autre problème.

L'auteur établit ensuite une formule analogue à celle de Green, par la considération de l'équation adjointe. Il fait deux principales applications des résultats qu'il obtient :

1° En étudiant les polynômes qui vérifient l'équation et en montrant qu'ils sont exprimables à l'aide de ceux que M. Hermite a déduits de la différentiation d'une exponentielle du second degré en x et y;

2° En établissant, par une voie purement analytique, relativement à une fonction u existant entre deux plans parallèles au plan des xy, des formules que les physiciens avaient été conduits à admettre d'après les propriétés de la chaleur.

P. Appell,
de l'Académie des Sciences.

Caspari (E.), *Ingénieur hydrographe de la Marine, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.* — **Les Chronomètres de Marine.** — *1 vol. petit in-8° de 200 p. avec fig., de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, dirigée par M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.*) — *Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1895.

Le véritable titre de cet ouvrage serait : Quelques mots sur l'étude des marches chronométriques et leur détermination. C'est qu'en effet l'auteur, négligeant à peu près complètement la description matérielle des chronomètres, leur construction, leur histoire, etc., nous offre l'étude ou plutôt un résumé de l'étude de leur mouvement. Nous ne nous en plaindrons pas, car ce n'est certes pas là le sujet le moins intéressant et le moins instructif de tous ceux que l'on pouvait traiter à propos des chronomètres.

Un court chapitre est consacré à rappeler le nom et le rôle des principales parties de leur mécanisme. Nous abordons ensuite leur théorie.

La durée des oscillations du régulateur doit être indépendante : 1° de leur amplitude (condition d'isochronisme), 2° de la température. L'isochronisme s'obtient soit par un choix rationnel des points d'attache de la virole du balancier (méthode de Pierre Le Roy), soit par la modification de la forme circulaire des extrémités du spiral (méthode de Phillips). On annule les effets dus à la température par l'emploi des balanciers compensés (balanciers bimétalliques, par exemple). En pratique, l'isochronisme et la compensation ne sont

jamais irréprochables; d'autre part, de nombreuses causes accidentelles d'erreurs viennent ajouter leurs effets à l'imperfection inévitable de la construction : influence de la masse du spiral, déformation des lames du balancier sous l'effort des forces d'inertie, frottements des pivots, résistance de l'air, humidité atmosphérique, électricité et magnétisme, mouvements des navires, etc., etc. Il est donc tout naturel de rechercher les moyens de corriger les indications des chronomètres. On admet généralement que leurs marches peuvent se représenter par une formule algébrique simple. Suivant M. de Cornulier, la marche est une fonction du premier degré du temps et de la température, de la forme

$$m = m_0 + at + b\theta.$$

Lieussou a proposé la formule

$$m = m_0 + at + c\,(\Theta - \theta)^2$$

Θ étant la température de réglage.

D'après Yvon Villarceau, la marche est une fonction continue du temps et de la température qu'il a développée par la série de Taylor en bornant le développement aux premières et deuxièmes puissances des variables, ce qui donne, en égalant les dérivées à des constantes, une expression de la forme :

$$m = m_0 + at + a't^2 + b\theta + c\theta^2 + dt\theta.$$

On peut admettre *à priori* la formule et déterminer un certain de marches qui serviront à en calculer les coefficients. Les déterminations des marches se font par des observations d'état (méthode graphique de M. Mouchez, méthodes algébriques de Daussy, Vincendon-Dumoulin, etc.). Pour le calcul des coefficients, nous avons les méthodes de Lieussou, Yvon Villarceau, Cauchy, etc. Il est encore possible, au lieu de calculer la formule des marches, de représenter graphiquement le phénomène par une courbe (constructions de MM. Mouchez, Rouyaux, Fleuriais, de Carfort, etc). Enfin un certain nombre de méthodes sont à la fois graphiques et algébriques : par exemple, celle de M. de Serres.

M. Caspari nous donne ensuite quelques détails sur l'application des chronomètres à la détermination des longitudes (méthodes de Daussy, Vincendon-Dumoulin, Ploix, etc.) et termine par l'exposé rapide des épreuves et concours auxquels sont soumis ces instruments, en France, en Allemagne, en Angleterre, en Hollande.

Ce petit ouvrage est digne d'être lu avec grand intérêt par ceux que n'effrayent point les équations algébriques les plus simples et la construction de quelques courbes. Les savants et les marins devront se souvenir, en le consultant, qu'il n'est qu'un mémento et n'y point chercher une étude absolument complète des mouvements chronométriques, ni la discussion approfondie des diverses méthodes et formules qui se rattachent à cette étude.

Nous nous permettrons de regretter que l'auteur n'ait pas intercalé dans ses exposés des exemples et des applications numériques. L'esprit du lecteur (nous parlons du lecteur profane, curieux d'apprendre et de connaître) s'y serait reposé de la sécheresse des formules purement algébriques en même temps qu'il aurait trouvé une facilité de plus pour comprendre et juger.

A. Gay.

Holzmüller (Dr G.), *Direktor der Gewerbeschule zu Hagen i. W.* — **Methodisches Lehrbuch der Elementar-Mathematik.** — 3 *vol. in-8°* (*Prix :* 10 fr. *B. G. Teubner, Leipzig.* 1894-95.

Ce livre de mathématiques élémentaires, qui est destiné aux élèves des écoles réales et professionnelles de l'Allemagne, ne pouvait être écrit avec plus d'autorité que n'en possède le Dr G. Holzmüller, à qui ses 21 années de directorat de la Grande Ecole professionnelle de Hagen ont donné une grande compétence dans la matière. Cet ouvrage est précieux par le grand nombre d'applications et de problèmes pratiques qu'il renferme et qu'on a rarement l'occasion de trouver.

2° Sciences physiques.

Lavenir (A.). — **Sur les variations des propriétés optiques dans les mélanges de sels isomorphes.** — *Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.* — *Imprimerie Chaix, Paris,* 1894.

La thèse présentée par M. Lavenir à la Faculté des Sciences de Paris est remarquable à un double point de vue : par la précision des méthodes expérimentales et par l'analyse minutieuse et savante des résultats.

Dans son introduction, l'auteur passe en revue les diverses formules et hypothèses à l'aide desquelles on explique les propriétés optiques des cristaux mixtes formés du mélange de sels isomorphes.

Lorsqu'on envisage les indices de réfraction, deux formules sont en présence. D'une part la formule publiée en 1876 par Mallard [1], donnant l'indice moyen N_1 d'un sel mixte, lorsqu'on connaît les indices n et n' des sels composants et la composition chimique du mélange.

Cette formule est, comme on sait :

$$\frac{1}{N_1^2} = \frac{K}{n^2} + \frac{K'}{n'^2} \qquad \text{(I)}$$

K et K' désignant les nombres de molécules de chaque composant qui entrent dans une molécule du cristal composé ;

D'autre part, la relation trouvée expérimentalement par M. Dufet [2] et établie plus tard théoriquement par Mallard [3] :

$$N = Kn + K'n'. \qquad \text{(II)}$$

Jusqu'à ce jour, dans la limite des erreurs, ces deux expressions rendaient compte des résultats expérimentaux obtenus par M. Wyrouboff et M. Dufet. Il était donc impossible de trancher en faveur de l'une ou de l'autre, car la différence calculée $N - N_1$ atteignait à peine une unité du quatrième ordre décimal.

Ce n'est qu'en employant, avec beaucoup de précautions, la méthode très sensible de réflexion totale de M. Pulfrich que M. Lavenir est parvenu à résoudre cette intéressante question. La marche, très scientifique, qu'a suivie l'auteur dans ses recherches, mérite une attention spéciale.

Il a expérimenté sur les sels de Seignette (tartrate potassique, tartrate ammonique et tartrate mixte de potassium et d'ammonium). Après avoir mesuré séparément les neuf indices principaux, il a cherché à relier ces indices par des relations, indépendamment de la composition chimique, déduisant ainsi des mesures optiques mêmes les valeurs des coefficients K et K'. L'analyse chimique, effectuée ensuite sur les cristaux mêmes, a montré que les valeurs K et K', calculées par la formule de MM. Dufet et Mallard, étaient dans la limite des erreurs identiques aux valeurs déduites de l'analyse chimique; tandis qu'il n'en est plus de même si l'on déduit K et K' de la première formule de M. Mallard. La relation (II) se trouve donc confirmée par cette étude délicate, dont les résultats peuvent se résumer dans les trois propositions suivantes :

1° *Dans un mélange de cristaux isomorphes, un indice quelconque est fonction linéaire des deux indices correspondants des sels composants.*

2° *Cette fonction est la même pour les trois indices.*

3° *Les deux coefficients de cette fonction représentent la fraction de molécule de chacun des cristaux composants qui entre dans une molécule du cristal composé.*

Ch. Eug. Guye.

Mullin (A.), *Professeur de Physique au Lycée de Grenoble.* — **Instructions pratiques pour produire des épreuves irréprochables.** — 1 *vol. in-12 de* 210 *pages avec fig. Gauthier-Villars et fils, éditeurs,* 55, *Quai des Grands-Augustins, Paris,* 1895.

[1] *Ann. des Mines,* 6e série, 1876.
[2] *Bull. Soc. Min.,* 1878, t. 1, p. 58.
[3] *Bull. Soc. Min.,* 1881, p. 71, et *Ann. des Mines,* 1881.

Appert (L.) et **Henrivaux** (J.), *Ingénieurs.* — **La Verrerie depuis vingt ans.** — 1 *vol. in-8° de* 150 *p. avec fig.* (*Prix* : 6 *fr.*). *Bernard et Cie éditeurs*, 53 *ter, quai des Grands-Augustins, Paris*, 1895.

M. Appert, le maître de verrerie bien connu, et M. Henrivaux, directeur de la Manufacture de glaces de Saint-Gobain, viennent de publier un ouvrage : *La Verrerie depuis vingt ans*, auquel les progrès accomplis pendant ce laps de temps, et le développement incessant des branches artistiques de l'industrie du verre, donnent une réelle actualité.

Le nouveau livre n'est — son titre l'indique — ni un ouvrage didactique ni un ouvrage d'ensemble ; son but est de présenter tous les progrès scientifiques ou industriels touchant de près ou de loin à l'industrie du verre.

Les auteurs commencent par la verrerie artistique et décorative, dans un chapitre qui n'est qu'un compte rendu fort long de l'Exposition de 1889. Ils y donnent des renseignements intéressants, et des descriptions parfois séduisantes des belles œuvres exposées par les fabricants français, italiens, hongrois, etc. Regrettons seulement, avec les auteurs eux-mêmes, la forme donnée à ce compte rendu, qui, suivant l'ordre d'un catalogue que le lecteur ne connaît pas, n'est pas assez synthétisée, et exige un véritable effort pour comprendre les nouveaux procédés et suivre les progrès réalisés. La plupart de ces procédés : superposition de verres diversement colorés, émaillage à chaud sur paraison, émaillage à froid, suivi de cuisson, décoration galvanique, taille, gravure, colorations nouvelles par l'or, l'urane, l'argent, sont cependant indiqués en général au cours de ces descriptions, auxquelles un spécialiste pourra trouver de l'intérêt.

Les auteurs passent ensuite en revue les fabrications de la grande industrie verrière : le verre à vitres, avec peu de détails, la glacerie avec moins de détails encore, la bouteille, en insistant surtout sur les travaux de M. Salleron, relatifs à la résistance, et une série d'applications nouvelles ou déjà anciennes du verre : dalles et tuiles, rideaux, cuves et tuyaux. Signalons dans cette nomenclature, comme intéressant, les vitres perforées, cette récente fabrication de M. Appert, dont on ne saurait trop recommander l'application aux problèmes de ventilation et d'aérage ; les cuves et tuyaux de verre, découverte également nouvelle de M. Appert, enfin le soufflage mécanique, installé à Clichy par le même maître de verrerie, perfectionnement bien connu, mais sur lequel, en raison de son intérêt, nous regrettons que l'auteur n'ait pas donné un peu plus de détails.

La seconde partie de l'ouvrage de MM. Appert et Henrivaux est consacrée à l'étude de la fusion du verre et spécialement des fours de verrerie ; c'est un exposé d'ensemble de la question du chauffage, exposé que l'on trouve rarement complet dans les ouvrages didactiques ou spéciaux. Malheureusement, nous sommes obligé de faire quelques réserves, et de ne pas partager toutes les idées des auteurs sur ce sujet ; le reproche que nous leur adressons, est d'avoir reproduit sans discussion les opinions des inventeurs de fours, exposant avec une égale fidélité les idées vraies et les idées fausses : c'est ainsi qu'ils semblent attribuer une grande importance à la *radiation* de Siemens, qui, sans doute, a correspondu à une amélioration dans la construction des fours de verrerie, mais n'est, selon nous, qu'une formule commerciale trouvée par l'inventeur pour prolonger la durée de brevets périmés en 1882, formule consacrée, il est vrai, par la jurisprudence, mais qui n'en est pas moins dénuée de portée scientifique. Sans pouvoir aborder ici une discussion, observons seulement que la dissociation sur laquelle Siemens échafaude sa théorie n'a rien à voir en la matière, attendu qu'il résulte des travaux de Mallard et Le Châtelier, que le phénomène est nul à 1500° et insignifiant à 2000° ; cela seul suffit à infirmer la prétendue radiation.

Plus grave encore à notre sens est la reproduction du raisonnement de Siemens qui prétend réaliser une économie de 50 °/₀ par l'emploi des produits brûlés dans son four Biedermann : la fausseté de ce raisonnement, spécieux, en vérité, mais qui contient une pétition de principe, a été démontrée ; il est donc regrettable de voir ainsi reproduite une assertion de nature à jeter la confusion dans les esprits et à induire en erreur les industriels qu'intéresse la question des fours.

En résumé, le lecteur trouvera, dans le chapitre, une description complète des nouveaux procédés de chauffage, mais il ne devra pas accepter sans examen les idées théoriques qui y sont émises : ces idées, n'étant autres que celles des inventeurs de fours, sont nécessairement sujettes à caution.

La suite de l'ouvrage passe en revue les appareils dont disposent les ingénieurs pour contrôler la marche des fours. Dans cet ordre d'idées, les plus grands progrès ont été accomplis depuis vingt ans : le problème de la pyrométrie est résolu, la bombe calorimétrique de M. Mahler a rendu industrielle la mesure du pouvoir calorifique des combustibles solides ; enfin, les analyses de gaz sont devenues un moyen pratique et courant de réglage des fours. Les auteurs décrivent très soigneusement ces différents progrès ; une seule omission importante est à signaler : la burette à analyser le gaz du Dr Bünte, dont il n'est nullement question, bien qu'elle soit usitée en France depuis plusieurs années, et que, complétée par un eudiomètre de Bunsen ou de Riban, elle soit actuellement l'appareil le plus simple, le plus industriel, que nous possédions.

L'ouvrage se termine par un examen des défauts de verre, étude très complète, mais à notre sens trop scientifique, car, s'il est bon de savoir ce qu'est un défaut de verre, il serait plus utile encore de pouvoir l'éviter, et, à cet égard, les indications sont un peu vagues. Ce reproche ne s'adresse d'ailleurs pas à ce seul chapitre : l'ouvrage de MM. Appert et Henrivaux est d'un bout à l'autre trop descriptif, trop dépourvu d'esprit critique. Un maître de verrerie y trouvera bien les progrès accomplis depuis vingt ans, mais ne devra pas y chercher les moyens d'améliorer sa propre fabrication.

Emilio Damour.

3° Sciences naturelles.

Travaux du laboratoire de M. Charles Richet, *Professeur à la Faculté de Médecine de Paris. Tome I.* **Système nerveux. Chaleur animale.** 1 *vol. in-8° de* 590 *pages avec* 96 *fig. dans le texte* (*Prix* : 12 *fr.*). — *Tome II.* **Chimie physiologique. Toxicologie.** 1 *vol. in-8° de* 570 *p. avec* 129 *fig.* (*Prix* : 12 *fr.*) — *Tome III.* **Chloralose, Sérothérapie, Tuberculose, défense de l'organisme.** 1 *vol. in-8° de* 580 *p. avec* 25 *fig.* (*Prix* : 12 *fr.*). — *Félix Alcan, éditeur*, 108, *boul. St-Germain, Paris*. 1893-1895.

Tous les physiologistes connaissent déjà la plupart de ces mémoires, fruits d'une expérimentation patiente et rigoureuse, dans lesquels ils ont trouvé nombre de faits nouveaux et importants, des méthodes nouvelles et ingénieuses ; mais ils sauront gré à M. Richet d'avoir réuni dans un même recueil des études disséminées dans des publications différentes et de leur permettre de les consulter plus facilement. Aussi bien, ainsi groupées suivant la nature du sujet, elles forment parfois, par les développements successifs qu'elles apportent à une question, une véritable monographie, basée sur des recherches originales, de certains chapitres de la physiologie. Telles sont, par exemple, celles qui traitent de la chaleur animale, des échanges respiratoires, des mécanismes régulateurs de la calorification. Quant à l'esprit dans lequel ces travaux ont été exécuter, il suffit d'en parcourir quelques-uns pour s'assurer que M. Richet et ses élèves se sont toujours fidèlement conformés à la règle qu'il trace lui-même au physiologiste : « Il faut serrer de près les faits, expérimenter, expérimenter toujours, en variant les conditions du

problème et ne faire d'hypothèses que lorsqu'on ne peut plus s'en dispenser. »

Il n'est pas possible d'analyser même succinctement les nombreux mémoires réunis dans ces trois volumes : il faudra nous borner à signaler, très en gros, les résultats expérimentaux les plus saillants.

Le T. I (Système nerveux, chaleur animale) débute par un travail intitulé « Contribution à la physiologie des centres nerveux et des muscles de l'écrevisse », qui a enrichi la physiologie générale du muscle de données nouvelles sur la durée du temps perdu, sur l'addition latente, le tétanos rythmique, la contraction initiale, la contracture, l'onde secondaire.

Les « Recherches de calorimétrie » ont été faites avec un appareil imaginé par l'auteur, le calorimètre à siphon, fondé sur le principe de la calorimétrie à air. L'air est amené à la surface d'un vase clos, rempli de liquide et communiquant avec un siphon amorcé ; l'écoulement du liquide par le siphon mesure la dilatation et par conséquent l'échauffement de l'air. M. Richet passe en revue les diverses influences qui modifient la calorification, taille, nature du tégument, température extérieure. De nombreuses expériences résumées sous forme de tableaux montrent bien qu'avec l'augmentation de volume de l'animal, la quantité de chaleur produite par kilogramme de son poids diminue, qu'au contraire les chiffres deviennent concordants si on les rapporte à l'unité de surface : si l'on tient compte de la nature du tégument, le nombre de calories produites par l'unité de surface diminue ou augmente suivant que le tégument est plus ou moins bien protégé. Relativement à l'influence de la température extérieure, M. Richet trouve que la radiation calorique atteint son maximum chez le lapin vers 14°. Dans ce même travail il rapporte les belles expériences par lesquelles il a montré que les lésions du cerveau réagissent sur la calorification.

Dans sa « Contribution à l'étude de la calorimétrie chez l'homme », M. P. Langlois applique le calorimètre à siphon à l'étude de la radiation calorique chez l'enfant et constate, entre autres résultats, chez ses sujets, un optimum de radiation pour une température extérieure d'environ 18°.

Une série de mémoires traite ensuite des échanges respiratoires. — « Échanges respiratoires chez l'homme », par MM. Hanriot et Ch. Richet. « Mesure des combustions respiratoires chez le chien. » « Mesure des combustions respiratoires chez les Mammifères. » « Mesure des combustions respiratoires chez les Oiseaux » par M. Ch. Richet. La méthode qui a servi à ces recherches a déjà été exposée sommairement dans la *Revue générale des Sciences*, 1890, p. 554. On trouvera dans ces travaux une quantité considérable de déterminations et de chiffres, utiles à consulter : les principales conclusions qui s'en dégagent, c'est que les combustions respiratoires sont proportionnelles à l'étendue de la surface cutanée, loi qui se vérifie pour les diverses espèces animales, et que la quantité de CO^2 produite par unité de surface est sensiblement la même chez les animaux à sang chaud.

L'étude des phénomènes physico-chimiques de la respiration et de la calorification amène une autre question du plus haut intérêt : c'est celle de leur régulation par le système nerveux. M. Richet s'est occupé à différentes reprises de ces curieux mécanismes qui mettent en harmonie l'activité fonctionnelle avec les différents états, et en quelque sorte avec les besoins de l'organisme. C'est ainsi qu'il montre que si, par le chloral, on supprime l'influence régulatrice du système, les combustions deviennent proportionnelles au poids du corps, et non plus à la surface tégumentaire. « De l'influence du chloral sur les actions chimiques respiratoires chez le chien. » — Quand un animal est soumis à une température élevée, sa respiration devient extrêmement fréquente. La polypnée thermique active l'évaporation pulmonaire, laquelle empêche l'animal de s'échauffer : mis sur une balance, il subit une perte de poids due presque uniquement à cette exhalation aqueuse. « Régulation de la température par la respiration. » « Expériences sur le poids des animaux. » — La polypnée thermique était déjà bien connue sous le nom impropre de dypsnée thermique ; mais M. Richet en a mieux déterminé le mécanisme et fait voir que la fonction hypothermisante ou physique du bulbe est distincte de sa fonction chimique ou respiratoire. A ce même ordre d'études il faut rattacher le « frisson, comme appareil de régulation thermique », travail inséré dans le t. III. Le frisson produit par la sensation du froid est aussi un moyen de lutter contre le froid, puisqu'il met en jeu par une série de contractions rapides et simultanées, l'ensemble des muscles du corps.

Du travail de M. Saint-Hilaire : « Influence de la température organique sur l'action de quelques substances toxiques », il résulte en particulier que l'élévation de la température a pour effet d'accélérer les réactions toxiques. C'est aussi une des conclusions d'un mémoire de M. Rallière : « Recherches sur la mort par hyperthermie et sur l'action combinée du chloral et de la chaleur », d'un autre de M. Richet : « Influence de la pression et de la température sur l'asphyxie des poissons (t. II). » Dans un travail qui figure dans le t. III : « De l'influence de la température interne sur les convulsions », MM. Langlois et Richet ont cherché à donner la théorie de ces rapports entre l'activité des poisons et la température.

Il reste encore à citer, dans le t. I : « Mouvements de la grenouille consécutifs à l'excitation électrique », par M. Ch. Richet. — « Influence de la durée et de l'intensité de la lumière sur la perception lumineuse », par M. Ant. Bréguet et Richet. — « Expériences sur le cerveau des Oiseaux. » — « Cécité psychique expérimentale chez le chien. » — « Durée des phénomènes réflexes dans l'anémie chez les animaux à sang froid. » — « Deux expériences d'inhibition sur la grenouille », par M. Ch. Richet. — « Sensibilité musculaire de la respiration », par MM. P. Langlois et Richet.

Le t. II est plus particulièrement consacré à la Chimie physiologique et à la Toxicologie. Les « Recherches expérimentales sur la polyurie », par MM. Moutard-Martin et Richet, ont trait à l'influence des injections d'eau, de substances salines ou sucrées sur la sécrétion urinaire et au mécanisme de leur action. MM. Etard et Richet ont exposé un « Procédé nouveau de dosage des matières extractives et de l'urée de l'urine » qui repose sur la comparaison de l'action du brome sur l'urine en solution acide et en solution alcaline. D'autre part, l'urée est dosée, non pas en mesurant le volume du gaz azote dégagé, mais en dosant par différence l'hypobromite décomposé dans la réaction : le titrage de l'hypobromite se fait avec une solution de protochlorure d'étain dans l'acide chlorhydrique. Ce dernier procédé a été employé également par MM. Gley et Richet pour le « Dosage de l'azote total de l'urine ». M. Richet a recherché le moment précis où se fait « l'Elimination des boissons. »

Un mémoire très important et très documenté de toxicologie générale, de M. Richet, sur « l'Action physiologique des métaux alcalins », montre qu'il faut étudier les rapports de la toxicité, non avec le poids absolu des substances employées, mais avec le poids moléculaire, et que, pour des substances chimiques similaires, les doses toxiques sont proportionnelles au poids moléculaire. On trouvera dans le t. III un autre travail qui traite du même sujet : « Vie des poissons dans divers milieux, et action physiologique des différents sels de soude. »

Les intéressantes expériences de MM. Abelous et Langlois sur les « Fonctions des capsules surrénales de la grenouille », et les « Fonctions des capsules surrénales chez les cobayes », ont déjà été résumées dans ce journal.

Dans un travail intitulé « Poids du cerveau, de la rate, du foie chez les chiens », M. Richet cherche à établir que la pesée des organes peut fournir des renseignements sur leur fonctionnement. C'est ainsi que le poids

du foie et la surface cutanée suivent une même courbe, c'est-à-dire qu'ils vont en augmentant par rapport à la taille, à mesure que l'animal devient plus petit, sans doute parce que le foie a des fonctions chimiques, liées à la déperdition de calorique qui se fait par la surface. Le poids de la rate est sensiblement proportionnel au poids du corps. Pour le poids du cerveau, il semble qu'il y ait un élément fixe servant à l'intelligence, et un autre élément, variant avec le poids ou la surface. Dans le t. III, on trouvera sur le même sujet : « Poids du cerveau, du foie et de la rate chez l'homme, chez les Mammifères. »

Le t. II renferme encore : « Expériences sur le rôle du cerveau dans la respiration », par M. Pachon. — « Notes de technique physiologique. » — « Faits relatifs à la digestion des Poissons. » — « Diastases des Poissons », par M. Richet. — « Sur la vie des animaux enfermés dans du plâtre », par MM. Richet et Rondeau. — « Influence des pressions extérieures sur la ventilation pulmonaire », par MM. Langlois et Richet. — « Sensibilité gustative aux alcaloïdes », par MM. Gley et Richet. — « De l'élimination des iodures », par J. Roux. — « De la cocaïne », par Delbosc.

Parmi les travaux publiés dans le t. III, il faut d'abord signaler ceux de MM. Hanriot et Richet sur « l'Action physiologique du chlorose », sur les « Effets thérapeutiques et hypnotiques du chloralose »; de M. Féré sur « Le chloralose chez les épileptiques, les hystériques et les choréiques ». Ce corps, obtenu par MM. Hanriot et Richet, en faisant agir le chloral anhydre sur la glucose, jouit de la propriété, précieuse pour le physiologiste, de supprimer la perception des excitations douloureuses, tout en laissant persister les réflexes et même en exagérant le pouvoir excito-moteur de la moelle. La thérapeutique a utilisé, avec d'heureux résultats, ses effets hypnotiques dans diverses affections.

M. Heim a étudié « l'action physiologique de la Parisette », MM. Langlois et Varigny « l'action de quelques poisons de la série cinchonique sur le *Carcinus Mænas* », M. Langlois : « La toxicité des isomères de la cinchonine dans la série animale », et la radiation calorique après traumatisme de la moelle épinière », M. Triboulet : « La chorée du chien ».

De MM. Carvallo et Pachon, nous trouvons de très intéressantes expériences sur « la Digestion pancréatique dans le jeûne, et sur la digestion chez un chien sans estomac » ; de M. Richet, des études sur « l'Excitabilité réflexe des muscles dans la première période du somnambulisme », sur « Quelques faits relatifs à l'excitabilité musculaire », sur « les Paralysies et anesthésies réflexes ».

Une grande partie de ce volume est consacrée aux recherches de MM. Héricourt et Richet sur l'hematothérapie, la vaccination contre la tuberculose, et la tuberculose expérimentale en général.

« Etude physiologique sur un microbe pyogène et septique. — Immunité conférée à des lapins par la transfusion péritonéale de sang de chien ». — Effets des injections du sang d'animaux tuberculosés. » « Technique des procédés pour obtenir du sérum. » « De la vaccination contre la tuberculose humaine par la tuberculose aviaire. » « Tuberculose expérimentale du chien : influence de la dose et des substances solubles. » « Tuberculose aviaire et tuberculose humaine chez le singe » par MM. Richet et Héricourt. « Le sérum du chien dans le traitement de la tuberculose » par M. Héricourt, « Etudes chimiques sur le bacille de la tuberculose aviaire » par M. Bouveault.

Dans un chapitre intitulé « de l'Hématothérapie en général, qui sert d'introduction à cette série de mémoires, M. Richet remonte à l'origine de la question et établit ses droits et ceux de son collaborateur à la découverte du principe de l'hématothérapie, devenue depuis lors la sérothérapie. Sans doute, comme il le reconnaît, l'expérience première a été modifiée et remarquablement perfectionnée. Mais le lecteur impartial conviendra, en effet, que, dès 1888, les deux expérimentateurs avaient nettement défini le but à atteindre, ainsi que le principe de la méthode, lorsque, transfusant du sang de chien au lapin pour rendre ce dernier animal réfractaire à un micro-organisme particulier, le Staphylococcus pyosepticus, et se servant, à cet effet, soit du sang d'un chien intact, soit du sang d'un chien qui avait subi auparavant des inoculations de ce staphylocoque, ils disaient : « Cette influence du sang de chien donnant aux lapins une sorte d'immunité pour les maladies auxquelles résiste le chien, s'étend peut-être à d'autres micro-organismes (le charbon, la tuberculose). » C'est donc bien une méthode générale d'immunisation que MM. Héricourt et Richet, cherchaient dès lors dans la transfusion du sang d'animaux réfractaires ou immunisés. Leurs tentatives pour l'appliquer à la vaccination contre la tuberculose sont exposées dans les mémoires énumérés plus haut.

On lira encore avec intérêt dans les deux derniers volumes des leçons professées à la Faculté de Médecine par M. Richet sur la « Physiologie et la Médecine », le « Rythme de la respiration», « l'Inanition », « les Défenses de l'organisme ».

E. Wertheimer.

4° Sciences médicales.

Bertrand (L. E.), *Médecin en chef de la Marine et* **Fontan** (J.), *Professeur de Chirurgie à l'Ecole de Médecine Navale de Toulon.* — **Traité médico-chirurgical de l'Hépatite suppurée des pays chauds. Grands abcès du foie.** — *Un vol. in-8° raisin de 732 pages avec tracés et figures. (Prix : 13 fr.). Société d'Editions scientifiques. Paris*, 1895.

Cet important ouvrage de plus de 700 pages, que MM. Bertrand et Fontan, familiarisés avec la pathologie des pays chauds, étaient mieux autorisés que personne à entreprendre et à mener à bonne fin, est le traité le plus complet qui ait paru sur la matière. Conçu dans un esprit essentiellement clinique, ce travail substantiel, fortement documenté, renferme, outre de nombreux tableaux statistiques, une série de 135 observations, dont un grand nombre personnelles et inédites.

Bien que les auteurs aient mis à contribution tous les documents ayant trait à ce sujet épars dans la littérature médicale française et étrangère, ce n'est pas une compilation aride et indigeste; mais, au contraire, une œuvre très personnelle, où ils apportent les précieux résultats de leur pratique et de leur expérience, et éclairent quelquefois d'un jour nouveau les points encore obscurs de l'histoire de cette affection. Après un rapide historique où nous voyons comment, à la suite des recherches des médecins anglais dans les Indes, les remarquables travaux des médecins militaires de l'Algérie et des médecins de la marine ont peu à peu fixé d'une façon définitive la pathologie actuelle dans ses grandes lignes, viennent quelques considérations sur la *distribution géographique* de l'hépatite suppurée : endémique dans tous les pays intertropicaux, et même dans quelques contrées d'Europe, cette affection a une prédilection spéciale pour certaines régions (Indes, Egypte, Sénégal).

L'*anatomie pathologique* est traitée d'après les travaux les plus récents; après avoir décrit en détail les nombreuses variétés d'abcès du foie et les lésions histologiques qui les caractérisent, les auteurs arrivent à cette conclusion personnelle que toutes les formes peuvent se réduire à une seule *variété anatomique*, ayant toujours le même processus : *nécrobiose par embolie microbienne.* Un important chapitre est consacré à l'étude des *causes* multiples qui entrent en jeu dans la genèse de cette affection. La dysenterie domine l'étiologie; elle est notée dans 80 % des cas environ. Des tableaux instructifs concernant la répartition saisonnière de l'hépatite et de la dysenterie montrent que la plus grande fréquence de l'hépatite coïncide non avec le maximum des grandes chaleurs

atmosphériques, mais avec l'époque des plus grandes variations thermiques. Malgré de nombreuses recherches, la *pathogénie* reste encore le point obscur que des études bactériologiques plus approfondies ne tarderont pas sans doute à élucider. Tous les auteurs admettent, sous peine d'être en contradiction avec les saines traditions de la bactériologie, que la cause essentielle de la suppuration du foie est la pénétration et la pullulation de microbes dans cet organe. Mais où commence la divergence, c'est quand il s'agit d'interpréter la nature de ces micro-organismes. L'examen bactériologique (qui a surtout porté sur des abcès hépatiques dysentériques) a révélé tour à tour la présence de staphylocoques, de streptocoques, de l'*amœba coli* (amibe), par laquelle Kartulis explique la genèse de la dysenterie et de l'hépatite qui la complique, du bacille spécial découvert par Chantemesse et Widal, et considéré comme le microbe spécifique de la dysenterie.

Contrairement à l'opinion généralement acceptée, MM. Bertrand et Fontan considèrent la dysenterie, non comme une affection spécifique, mais comme une affection polybactérienne banale, dans la pathogénie de laquelle ils attachent plus d'influence aux associations microbiennes qu'à l'action isolée et exclusive de tel ou tel microbe. Ils sont logiquement amenés à soutenir, dans l'hépatite suppurée, la cause du *microbisme pyogénique banal*. Leurs expériences sur les animaux, leurs recherches bactériologiques, les nombreux faits cliniques qu'ils ont pu observer à l'hôpital Saint-Mandrier, les conduisent, en effet, à cette conclusion que tous les abcès du foie, quelle que soit leur nature, sont dus uniquement à l'intervention des microbes pyogènes ordinaires (le staphylococcus albus serait le plus fréquent).

Au contraire de la théorie du parasitisme spécifique, leur doctrine « ramène au même mécanisme toutes les « variétés d'abcès du foie, avec cette condition différen- « tielle que la voie suivie par les microbes est tantôt le « système biliaire, tantôt les artères hépatiques si « l'entrée microbienne s'est faite par la circulation « générale, tantôt les vaisseaux portes si c'est par l'in- « testin que l'infection a commencé. » L'étude *clinique* occupe une large place, et est faite, pour ainsi dire, au lit du malade. De nombreuses observations judicieusement distribuées nous montrent les diverses formes que peut revêtir cette affection; les moindres symptômes sont analysés en détail. Cette étude est d'autant plus importante que l'hépatite se présente rarement avec un appareil symptomatique complet; le diagnostic est l'un des points les plus délicats de son histoire, et cependant il importe d'être fixé le plus tôt possible sur la présence du pus dans le foie, car tout retard dans l'intervention peut aggraver le pronostic déjà si redoutable. Après quelques observations sur le traitement médical, qu'on devra instituer avec confiance, mais sans s'obstiner à perdre un temps précieux, et qu'on reléguera au second plan dès que la suppuration devient probable, les auteurs abordent la question de l'intervention chirurgicale. Les indications sont nettement posées, et toutes les phases de l'opération minutieusement décrites; le curettage proposé, et mis plus de vingt fois en pratique par l'un d'eux, peut être considéré comme un perfectionnement notable.

Les conclusions suivantes qui terminent le chapitre nous paraissent résumer très heureusement la conduite à tenir :

1° La présence constatée du pus dans le foie fournit une indication impérative de lui donner issue;

2° L'évacuation faite de bonne heure améliorant singulièrement le pronostic, il faut rechercher le pus par la ponction exploratrice hâtive et répétée, toutes les fois qu'il y a présomption de suppuration;

3° La ponction exploratrice étant inoffensive, et même parfois profitable, doit être répétée un certain nombre de fois sans aucune crainte;

4° Quand le pus est trouvé, l'indication d'ouvrir étant urgente, il faut renoncer à tous les procédés de lenteur;

5° L'évacuation par les canules de trocart étant forcément incomplète, on doit écarter les ponctions avec ou sans drainage;

6° L'incision directe, vraiment large, est seule capable de guérir les grands abcès du foie;

7° La résection d'une côte, les sutures pleurales ou péritonéales, le curettage, le double drain constituent les derniers perfectionnements de cette méthode et transforment le pronostic des abcès du foie.

Dr H. Alvernhe.

Hartmann (H.) et **Morax** (V.). — Note sur la péritonite aiguë généralisée aseptique. — Quelques considérations sur la bactériologie des suppurations péri-utérines. — In *Annales de Gynécologie et d'Obstétrique*, 1894.

MM. Hartmann et Morax poursuivent, dans les *Annales de Gynécologie* et à la Société de Chirurgie leurs intéressantes études sur la bactériologie du péritoine et des suppurations annexielles. Reprenant les recherches de Schröder et Blumm, auxquelles manquait la démonstration anatomique, ces auteurs prouvent par deux faits l'existence de la péritonite aiguë généralisée aseptique. Dans les deux cas, l'examen bactériologique du liquide recueilli directement au cours de l'opération sur la séreuse, est demeuré négatif. Cette péritonite, dont le pronostic est relativement bénin, n'a pas de caractères cliniques pathognomoniques. Seule, son évolution peut permettre de la séparer du processus infectieux.

MM. Hartmann et Morax ont noté la même absence de micro-organismes dans tous les cas de salpyngites catarrhales ou parenchymateuses et d'hydrosalpyngites, de même que dans trois faits de grossesse tubaire avec hémosalpynx et deux d'hématocèle pelvienne.

Dans 33 collections suppurées formées aux dépens des annexes, 13 fois le pus était stérile; dans les 20 autres cas, il contenait des gonocoques à l'état pur ou associés au *Bacterium Coli*, des streptocoques, des pneumocoques, et une seule fois le *Bacterium Coli* à l'état pur. Comme pour la péritonite aseptique, les commémoratifs, la marche de la température, les autres signes cliniques ne renseignent que très insuffisamment sur la nature septique ou non septique des suppurations péri-utérines. Aussi, dans la pratique, vaut-il mieux se prémunir toujours contre les dangers de la contamination possible du péritoine et admettre dans tous les cas la virulence du pus. C'est le seul moyen de se mettre à l'abri de tout accident.

Dr Gabriel Maurange.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 520e et 521e livraisons. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes, Paris*, 1895.

Les 520e et 521e livraisons renferment une monographie de la *Laponie*, due à MM. A. M. Berthelot pour ce qui concerne la géographie proprement dite et à M. Zaborowski pour ce qui concerne l'ethnographie; une étude sur le *lapin*, au point de vue de l'économie rurale, par M. Larbalétrier; un article sur la sécrétion des *larmes*, par le Dr P. Langlois; des articles sur le *larynx* au point de vue anatomique par M. J. Flammarion, sur la pathologie et la chirurgie du *larynx* et sur la *laryngoscopie* par M. G. Coupard, sur les nerfs *laryngés* et leur fonction par le Dr P. Langlois; sur la *latérite*, terre rouge chargée d'oxyde de fer, provenant de la désagrégation des roches, par M. Ch. Vélain; sur la *latitude*, au point de vue astronomique, par M. Ch. de Villedeuil; enfin la biographie du grand mathématicien français *Laplace*, par M. L. Sagnet.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er Avril 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. **Tacchini** transmet les résultats obtenus relativement à la distribution en latitude des phénomènes solaires observés pendant les 2e, 3e et 4e trimestres de 1894. Depuis quelque temps, l'activité solaire se manifeste de préférence au sud de l'équateur. — M. **E. Goursat** énonce le théorème suivant, relatif à la théorie des équations aux dérivées partielles du second ordre : Soit $S = F(x, y, z, p, q, r, t)$ une équation de second ordre où le second membre est holomorphe dans le voisinage des valeurs :

$$x_0,\ y_0,\ z_0,\ p_0,\ q_0,\ r_0,\ t_0,$$

des variables correspondantes ; soient $\varphi(x)$ et $\psi(x)$, deux fonctions holomorphes dans le domaine des points x_0 et y_0 respectivement, et telles que l'on ait :

$$\varphi(x_0) = z_0,\quad \varphi'(x_0) = p_0,\quad \varphi''(x_0) = r_0$$
$$\psi(x_0) = z_0,\quad \varphi'(y_0) = q_0,\quad \psi''(y_0) = t_0.$$

Si, en outre, les deux dérivées partielles $\frac{\partial F}{\partial r}, \frac{\partial F}{\partial t}$ sont nulles pour ces valeurs initiales, l'équation admet une intégrale holomorphe dans le voisinage du point (x_0, y_0) se réduisant à $\varphi(x)$ pour $y = y_0$ et à $\psi(y)$ pour $x = x_0$. — M. **Désiré Andre** établit un ensemble de propriétés des séquences des permutations circulaires, qui rappellent les propriétés énoncées pour les permutations rectilignes, mais sont en général beaucoup plus simples. — M. **Maurice d'Ocagne** applique la théorie générale de la probabilité des erreurs au cas particulier des nivellements de haute précision.

2° Sciences physiques. — M. **J. Rué** adresse une note sur les courbes des chemins de fer et sur les moyens pratiques à employer pour les vérifier ou pour les rectifier. — M. **H. Deslandres** expose le résumé complet et définitif des expériences relatives au rayonnement ultra-violet de la couronne solaire pendant l'éclipse totale du 16 avril 1893. Les observations antérieures, limitées à la partie la plus intense du spectre lumineux, ont été étendues à une portion trois fois plus grande, s'étendant jusqu'aux longueurs d'ondes pour lesquelles $\lambda = 295$. L'auteur donne la liste des raies nouvelles appartenant à la couronne. — M. **Ch. Féry** indique un procédé permettant d'obtenir, par la photographie de réseaux dans des conditions particulières, des réseaux quadrillés résolvant complètement le problème de la photogravure avec des demi-teintes. Il établit une formule permettant de déterminer rapidement les meilleures conditions d'emploi du réseau dans les conditions les plus diverses. — M. **A. Aignan** établit qu'il n'y a pas lieu de substituer à l'expression du pouvoir rotatoire spécifique de Biot : $(\alpha) = \frac{\alpha}{l\rho} = \frac{\alpha}{lcd}$ l'expression nouvelle et inexacte introduite par M. Guye sous le nom de déviation moléculaire :

$$(\delta) = \frac{\alpha}{l}\sqrt[3]{\frac{M}{d}},$$

laquelle est une quantité variable qui diminue à mesure que la dilution augmente et que l'on dissout le corps actif dans un dissolvant plus léger. — M. **G. Seguy** donne la description d'un radiomètre de construction symétrique, tournant sous l'action d'un éclairement dissymétrique. — MM. **H. Abraham** et **J. Lemoine** présentent un nouvel électromètre absolu pour la mesure des hauts potentiels ; c'est un électromètre-balance à disque plan et anneau de garde analogue à celui que M. Baille a construit sur le principe bien connu donné par lord Kelvin ; ils présentent aussi un modèle simplifié. Avec le modèle étalon, on a le millième pour des potentiels dépassant 40.000 volts ; avec le modèle simplifié on mesure au centième, et toujours en valeurs absolues, des potentiels qui atteignent 100.000 volts. — M. **Pierre Weiss** a modifié le type habituel du galvanomètre astatique de Thomson et réalisé un nouveau galvanomètre beaucoup plus sensible et beaucoup plus sûr dans ses indications. Le système astatique est formé de deux longues aiguilles verticales, parallèles à l'axe de rotation et dont les pôles de nom contraire sont en regard, de façon à réaliser un circuit magnétique presque fermé ; la sensibilité, définie d'après MM. Mather et Sumpner, dépasse 1.500 ; l'aimantation est d'une grande constance. — M. l'abbé **Maze** communique une première note sur les plus anciennes observations thermométriques et météorologiques faites à Paris par le prêtre astronome Ismaël Boulliau, et une seconde note pour établir que le premier thermomètre à mercure n'a pas été employé par Fahrenheit, mais bien par Ismaël Boulliau, 62 ans avant lui. — M. **P. Dehérain** conclut de l'ensemble de ses observations sur les eaux de drainage que le rapport de la pluie au drainage a été, en 1893, de 6,5 et la perte d'azote de 51 k. à l'hectare, de sorte que, pendant une année de mauvaises récoltes, une terre de qualité moyenne perd une quantité notable d'azote nitrique, et cette quantité croît avec l'étendue de la jachère ; en 1894, le rapport de la pluie au drainage est de 61, 2 et la perte à l'hectare de 1 k.96 ; une récolte luxuriante de cette dernière année, qui a été probablement la plus forte que nous ayons jamais eue pour le blé, n'épuise pas plus le sol qu'une récolte médiocre. En outre, les pertes des terres nues sont infiniment plus fortes que celles des terres emblavées, d'où l'utilité de maintenir le sol couvert de végétaux le plus longtemps possible, et par suite, de faire suivre toutes les fois qu'on le pourra, la récolte du blé d'une culture dérobée d'automne. — M. **Ramsay** donne quelques développements sur les résultats qu'il a récemment transmis au sujet de l'argon. — M. **Tassilly** donne les procédés de préparation et l'étude thermique des iodures anhydres de baryum et de strontium. — M. **de Koninck** adresse en son nom et au nom de MM. Lecrenier et Ledent une réclamation de priorité relative aux propriétés des sulfures de nickel et de cobalt. — M. **de Forcrand** a fait l'étude thermique de l'alcoolate de calcium $(C^2H^6O)^4(CaO)^3$, obtenu par l'action de l'alcool éthylique absolu sur l'acétylure de calcium. Il établit, en outre, que l'éthylate de baryte est une combinaison d'addition de formule $(C^2H^6O)^4(BaO)^3$, de sorte que l'action des alcools sur les oxydes alcalino-terreux ne donne pas de véritables alcoolates métalliques, mais des combinaisons d'addition. — M. **A. Rosenstiehl** donne les résultats de son étude des bases ammoniées, dérivées de l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane. Ces bases sont trivalentes, c'est-à-dire contiennent leurs trois atomes d'azote à l'état d'ammonium ; elles sont d'une alcalinité comparable à celle de l'hydrate de tétréthylammonium ; elles décolorent les solutions de fuchsine et précipitent leurs carbinols quand ceux-ci sont insolubles. — M. **Delépine** a étudié les combinaisons de l'hexaméthylène-amine avec les chlorure et iodure mercuriques, ainsi que l'action du chlorhydrate de phénylhydrazine. Il se forme divers chloro- et iodomercurates, tous bien cristallisés,

dans le premier cas, et l'anhydroformaldéhyde phénylhydrazine dans le second.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Leroux** adresse une note ayant pour titre : Recherches sur l'éclosion de l'œuf des sexués du Phylloxéra de la vigne. — M. **J. Richard** fournit les résultats d'analyses des gaz de la vessie natatoire des poissons, faites à bord du yacht *Princesse-Alice*. Les recherches ont porté sur trois espèces de poissons : *Serranus cabrilla*, *Conger vulgaris*, *Simenchelys parasiticus*, pris respectivement à 60, 175 et 1674 mètres de profondeur; malgré ces différences, la quantité d'oxygène trouvé est voisine de 87 % même pour les cas extrêmes. — MM. **Camus et Gley** étudient l'action du système nerveux sur les principaux canaux lymphatiques. Les auteurs ont réussi à enregistrer les mouvements de la citerne de Pecquet et du canal thoracique, et démontrent que les vaisseaux lymphatiques reçoivent, comme les artères, des nerfs qui président à leurs mouvements. Les expériences prouvent aussi l'existence dans le nerf splanchnique des fibres vaso-dilatatrices. — M. **Vesque** étudiant le genre *Eurya* de la famille des Ternstrœmiacées, montre que la situation de la tige est constante dans ce genre qu'il divise, à la suite de l'étude florale, en 4 sections : *Eueurya*, *Euryodes*, *Gynandra* et *Meristotheca*. — M. **A. Lacroix** présente une note sur les roches basiques constituant des filons minces dans la lherzolithe des Pyrénées.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 9 Avril 1895.

M. **Dieulafoy** présente, au nom de M. **Collin**, un appareil destiné au tubage du larynx. — M. **Debove** communique un rapport sur deux mémoires du Dr **Clozier**, intitulés : 1° *Des zones hystérogènes et hystéroclasiques*, et 2° *De l'origine gastro-intestinale des hystéronévroses*. — M. **Hallopeau** présente à l'Académie un androgyne.

Séance du 16 Avril 1895.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la 1re Division (Médecine). MM. **Testut** (de Lyon) et **Bertrand** (de Cherbourg) sont élus. — M. **G. Lagneau** signale deux cas d'hermaphrodisme qu'il a eu l'occasion d'observer et montre que les cas de ce genre ne sont pas si rares qu'on le croit généralement.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 Avril 1895.

M. **Kauffmann**, reprenant l'étude de l'une des questions les plus discutées de la physiologie contemporaine, cherche à élucider le problème de la formation et de l'origine du glycogène. Il rappelle les idées de M. Bastre. Ce dernier estime que le glycogène se rencontre dans tous les tissus, mais qu'il est lié à la cellule qui l'a produit et qu'il ne peut être entraîné par le torrent circulatoire. En outre, le glycogène ne peut exister dans le plasma, car celui-ci renferme une diastase qui le transformerait aussitôt en glycose. M. Kauffmann estime, au contraire, que le foie est le grand producteur de glycogène et que, si on trouve cette substance dans les différents tissus, c'est qu'elle y a été transportée et déposée par le courant sanguin. Quant à la diastase dont on proclame l'existence dans le plasma, personne n'a encore pu la trouver chez l'animal vivant. — MM. **Richet** et **Héricourt** ont guéri rapidement, par des injections de sérum d'un âne inoculé expérimentalement, un cas de syphilis tertiaire avec gommes ulcérées, rebelle à tout traitement. — MM. **Guinard** et **Artaud** ont étudié les modifications cardio-vasculaires produites par l'injection de malléine et de tuberculine. — M. et Mme **Déjérine** ont examiné les rapports du ruban de Reil avec la corticalité cérébrale.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Mars 1895.

M. **Leduc** expose une nouvelle méthode pour mesurer l'abaissement moléculaire du point de congélation des dissolutions très diluées. Cet abaissement a donné lieu à des recherches nombreuses qui se partagent en deux groupes. Le premier comprend les expériences de Rüdorf, de Coppet et de M. Raoult. Ces auteurs n'ont pas cherché à étudier les dissolutions très étendues. Les abaissements sur lesquels ils opéraient étaient de l'ordre de 1°. Le second groupe se rapporte au cas des dissolutions extraordinairement étendues, où les abaissements sont de l'ordre du centième de degré. Ces expériences ont été entreprises à la suite de l'hypothèse d'Arrhénius, que les sels dissous pourraient bien être décomposés en leurs ions. Mais les résultats obtenus présentent de grandes divergences. Ainsi, dans le cas du chlorure de sodium, M. Arrhénius et M. Pickering trouvent des courbes entièrement discordantes. Tout récemment, M. Ponsot, par des déterminations très soignées, a trouvé une courbe toute différente des deux premières. M. Leduc a songé à mesurer les abaissements de température avec une précision beaucoup plus grande en se fondant sur l'abaissement de la température de fusion d'un mélange d'eau et de glace lorsqu'on exerce une compression. Cet abaissement étant de 0°,0076 par atmosphère, une variation de pression de 1^{cm} de mercure correspond à un abaissement de $\frac{1}{10.000}$ de degré. La mesure des excès de pression peut donc donner les abaissements de température avec une précision surabondante. La méthode consistera, dans le cas d'une dissolution aqueuse, à introduire la partie de l'éprouvette contenant la dissolution au milieu d'un récipient qui renferme un mélange d'eau pure et de glace râpée, sur lequel on exercera différentes pressions. Un regard portant un microscope permettra d'examiner à chaque instant la dissolution. On fera varier la pression dans le récipient, et, par suite, la température du mélange d'eau et de glace, jusqu'à l'amener à la température de congélation de la dissolution étudiée. Il est possible de saisir exactement cette température, car, tant qu'elle n'est pas atteinte, des parcelles de glace introduites dans la dissolution y fondent; si elle est dépassée, des aiguilles se forment. La seule difficulté de la méthode consisterait dans les dosages nécessaires pour déterminer les abaissements absolus moléculaires. Cette détermination, en valeur absolue, a d'ailleurs moins d'intérêt que l'étude beaucoup plus facile de la forme exacte de la courbe. M. Leduc établit ensuite la formule qui donne l'expression de l'augmentation de pression en fonction de la pression osmotique, et des volumes spécifiques du dissolvant à l'état solide et à l'état liquide. Elle peut se démontrer par un raisonnement direct, indépendant de toute formule théorique. Puis, au moyen de la formule de Van t'Hoff, des valeurs de l'augmentation de pression, on pourra déduire la valeur du coefficient isotonique qui fixe la fraction du sel décomposée en ses ions. Bien que l'intérêt soit moindre, ces formules sont applicables aux dissolvants autres que l'eau. Enfin, M. Leduc montre qu'on peut déduire facilement et directement des formules précédentes l'expression, dont M. Ponsot a déjà donné une première forme, de la différence entre la pression maxima de vapeur de la glace et de l'eau en surfusion à la même température. Cette formule donne une valeur de $0^{mm},044$ pour un abaissement de température de 1°. C'est bien le nombre trouvé expérimentalement par Dieterici. — M. **Wyrouboff** trouve que les écarts de la loi de Raoult sont trop grands pour qu'il y ait lieu de songer à y appliquer la précision des méthodes purement physiques. — M. **Leduc** montre que ce sera précisément un moyen d'éviter une grande partie des erreurs et de diminuer beaucoup les écarts. — M. **P. Charpentier** décrit un pressomètre sensible pour la

mesure des pressions des fluides. C'est essentiellement un baromètre à siphon dans lequel le mercure de la branche ouverte est surmonté d'une colonne d'un liquide plus léger, huile ou eau, contenue dans un tube de section plus faible que la surface libre du mercure. Les variations de niveau dans ce tube, par suite des variations de la pression atmosphérique, sont beaucoup plus grandes que celles du mercure. On peut les rendre environ dix fois plus grandes, c'est-à-dire qu'on peut obtenir une décimale de plus pour la mesure de la pression atmosphérique. L'auteur expose le tarage de l'appareil et établit la formule d'où se déduit la hauteur barométrique. Il se propose d'appliquer ce dispositif à d'autres usages, notamment pour la densimétrie. — D'après M. **Pellat**, il y aurait lieu de rechercher si les déformations du ménisque du liquide n'introduisent pas des erreurs appréciables.

Edgard Haudié.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 6 Mars 1895.

M. **Hébert** a analysé les matières grasses extraites de quelques graines oléagineuses du Congo français. La graisse des graines de Penza contient 70 °/₀ d'acide oléique et 30 °/₀ d'acides gras solides (acides arachique et stéarique); la matière grasse de Moabi renferme 50 °/₀ d'acide oléique et 50 °/₀ d'acides gras solides (acides myristique, palmitique, stéarique et peut-être margarique); l'huile de Koumounou est constituée par de la trioléine à peu près pure. M. Hébert donne les rendements des graines en matière grasse, les caractères des huiles qu'on en extrait et la composition des tourteaux. — M. **Jay** décrit en son nom et au nom de M. **Dupasquier** une nouvelle méthode d'obtention du phosphate de potassium. On utilise la réaction connue du phosphate monocalcique sur le sulfate neutre de potassium; il se forme du sulfate de calcium et du phosphate monopotassique. Mais, au lieu de passer comme actuellement par la préparation de l'acide phosphorique, on fait agir directement sur le phosphate tricalcique une solution de sulfate dans l'acide sulfurique. Le phosphate de potassium est ensuite séparé en lessivant la masse, produit de la réaction. M. **Joffre** conclut de recherches poursuivies pendant trois années que les végétaux paraissent absorber la matière organique de la terre arable. — M. **Lescœur** présente une note sur le mouillage du lait.

Séance du 8 Mars 1895.

Le perchlorure de fer en solution éthérée est réduit et transformé en protochlorure par le bioxyde d'azote, ainsi que l'a reconnu M. **Thomas**. De plus, on obtient une combinaison du protochlorure et du bioxyde répondant à la formule :

$$FeCl^2, AzO, 2H^2O,$$

en évaporant la solution éthérée et en abandonnant le produit sirupeux obtenu à cristalliser. Cet hydrate est en cristaux noirs. Si l'on évapore la solution à 60°-100°, on obtient le sel anhydre : $FeCl^2, AzO$ en cristaux jaunes. Ces deux composés se dissolvent dans l'eau sans dégagement gazeux. Le fer qu'ils renferment doit être au minimum, car le sulfocyanure ne produit aucune coloration et le ferrocyanure donne un précipité blanc. — M. **Delépine** a préparé les produits d'addition suivants de l'hexaméthylène-amine : le bismuthate :

$$5(C^6H^{12}Az^4HI), 3(BiI^3, HI, 4H^2O)$$

2 chloromercurates :

$$C^6H^{12}Az^4, 2HgCl^2, H^2O,$$

et

$$C^6H^{12}Az^4, HCl, 2HgCl^2H^2O,$$

l'iodomercurate :

$$C^6H^{12}Az^4, 2HgI^2, H^2O,$$

l'iodamylate :

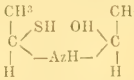
$$C^6H^{12}Az^4, C^5H^{11}I$$

les triiodures d'iodamylate et d'iodométhylate, le triiodure d'iodhydrate trihydraté :

$$C^6H^{12}Az^4, HI, I^3+3H^2O.$$

En traitant par les acides l'iodométhylate et l'iodamylate, il a obtenu de l'éthylamine et de l'amylamine, plus une autre base qu'il étudie. Traités par l'oxyde d'argent, ces iodalcoolates donnent des ammoniums quaternaires extrêmement alcalins. Ces ammoniums, traités par les iodures alcooliques, donnent des iodalcoolates différents des composés primitifs. Le chlorhydrate de phénylhydrazine donne avec l'hexaméthylène amine, un composé cristallisé, fondant à 100°, et paraissant identique au produit obtenu en faisant réagir la phénylhydrazine sur l'aldéhyde formique. M. Delépine a essayé d'appliquer à la séparation des méthylamines une réaction déjà signalée par Henry. C'est celle de l'aldéhyde formique, qui se combine avec ces bases en donnant des produits différents. La triméthylamine ne se combine pas à cet aldéhyde et peut, par conséquent, être très facilement séparée de la combinaison avec la diméthylamine, bouillant à 66°-67°. En traitant aussi par l'aldéhyde formique les amines obtenues par l'action de l'ammoniaque à froid sur l'azotate de méthyle, on n'obtient pas ou très peu de triméthylamine; mais on obtient surtout le composé $CH^2 = Az\text{-}CH^3$, bouillant à 166°, déjà signalé par Henry, et du bisdiméthylaminométhane bouillant à 67°. Ce dernier composé se combine aux iodures de méthyle, de méthylène, d'éthyle, d'amyle et au bromure d'éthylène. — M. **Simon** a fait réagir les amines aromatiques sur un certain nombre de composés cétoniques dissymétriques. Il a étudié notamment dans ces conditions, l'acide pyruvique, ses éthers, l'acide phénylglyoxylique, son éther éthylique. L'acide pyruvique donne 3 produits distincts. Mais on n'a obtenu ni stéréoisomères, ni isomères de structure. L'aniline, l'ortho et la paratoluidine, la métaxylidine, la β naphtylamine se comportent de la même manière. Seules les proportions relatives des différents produits diffèrent. Une base fait exception : l'α naphtylamine, en effet, ne donne rien à froid en solution éthérée, même au bout de plusieurs jours. Cette réaction à froid a donné les trois produits obtenus par Bottinger pour l'aniline dans des conditions différentes. — M. **Villiers**, par refroidissement intense et prolongé de l'alumine précipitée et en suspension dans l'eau, a obtenu de l'alumine cristallisée hydratée renfermant, comme l'alumine de la bauxite, 4 molécules d'eau de cristallisation. — MM. **Verneuil** et **Wyrouboff** se sont proposé d'extraire du cérium absolument exempt de didyme soit de la cérite, soit d'un mélange en n'importe quelles proportions de cérium, lanthane et didyme. Ils ont aussi cherché une méthode de dosage aussi exacte que possible du cérium en présence du didyme ou du lanthane. En se basant sur une réaction connue, mais mal interprétée, ils ont pu parvenir à un procédé simple et expéditif de séparation du cérium. Le nitrate cérosocérique se dissocie en présence d'azotate d'ammonium. Pour réussir cette séparation, on dissout à chaud les oxydes de cérium, lanthane et didyme, provenant de la calcination des oxalates, dans de l'acide azotique fort. On concentre à consistance sirupeuse de façon à laisser un léger excès d'acide. On ajoute un poids de nitrate d'ammonium égal au poids des oxydes employés. On dissout dans 20 fois le poids d'eau et on fait bouillir. On obtient un précipité jaune très clair qu'on filtre et lave avec une solution d'azotate d'ammonium à 5 °/₀. Par calcination, on obtient l'oxyde Ce^3O^4, tout à fait exempt de didyme. La réaction n'est pas quantitative : l'acide azotique agit sur $Ce^3O^4 = CeO^2, 2CeO$, le réduit en donnant un composé d'oxydation moindre qu'on peut représenter par $CeO^2, (2 + n)CeO$. Ce produit, traité par l'eau et l'azotate d'ammonium, donne bien $CeO^2, 2CeO$, qui se précipite, mais il reste $nCeO$ en solu-

tion. Cette réaction, qui a échappé aux chimistes jusqu'alors, rend illusoires les procédés de séparation fondés sur l'insolubilité des nitrates basiques de cérium et les explications théoriques admises jusqu'alors, notamment celles de M. Auer. Pour arriver à une précipitation complète pour un dosage, on ne peut employer ce procédé. On pourrait répéter les précipitations d'oxyde cérosocérique; mais il reste toujours une partie du protoxyde de cérium dans la solution et, de plus, l'oxyde Ce^3O^4 semble se réduire de plus en plus au fur et à mesure qu'augmente le titre en bases plus fortes : DiO et LaO. On peut tourner la difficulté : à la liqueur contenant les trois métaux à l'état de protoxydes et une grande quantité d'ammonium, on ajoute en excès de l'eau oxygénée, puis, goutte à goutte, de l'ammoniaque très diluée (1/10). Il se forme un précipité rouge orangé de peroxyde CeO^2, qui disparaît petit à petit à l'ébullition et fait place à un corps analogue à l'oxyde cérosocérique. On le lave avec une solution de nitrate d'ammonium à 5 %, on arrête la précipitation par l'ammoniaque lorsqu'une prise d'essai, traitée par l'eau oxygénée et l'ammoniaque, donne un précipité parfaitement blanc. On ne peut empêcher la précipitation d'un peu de didyme. Néanmoins ce procédé est bien supérieur aux procédés proposés jusqu'ici et mérite toute notre attention à une époque où la chimie des terres rares semble sur le point d'opérer une véritable révolution industrielle. — M. **Engel** a reconnu jadis que le palladium précipité par l'acide hypophosphoreux décompose cet acide et les hypophosphites en hydrogène et acide phosphoreux. Le composé connu sous le nom d'hydrure de cuivre réagit de la même façon, même après avoir été lavé avec l'eau bouillante et l'acide chlorhydrique dilué. A l'ébullition il décompose indéfiniment l'hypophosphite de baryum. — M. **Chabrié**, en soumettant un mélange d'aldéhydate d'ammoniaque et d'éther à l'action de l'hydrogène sulfuré, a obtenu un corps cristallisé, fondant à 60°-63° et se décomposant au-dessous de 100°. On peut lui donner la formule développée :



Il a bien, en effet, les propriétés des sulfures et des aldéhydes; on reconnaît qu'il est bien différent de la thialdine, produit de la réaction de l'hydrogène sulfuré sur l'aldéhydate d'ammoniaque sec. — M. **Baubigny** a envoyé une note sur les caractères analytiques d'un mélange de sels de baryum, de strontium et de calcium.

Er. Charon.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 20 Mars 1895.

M. **D. André** : Sur les permutations quasi-alternées. — M. **d'Ocagne** : 1° Sur l'influence des erreurs toujours de même sens dans les nivellements de précision. 2° Rectification approchée du cercle. — M. **Laisant** : Relation entre les cercles de courbure et les asymptotes. — M. **G. Humbert** : Génération géométrique des asymptotiques de la surface de Kummer. — M. **Raffy** : Sur une classe d'équations différentielles du premier ordre, dont on obtient l'intégrale générale en y remplaçant la dérivée par une constante arbitraire. — M. **Goursat** fait connaître une classe étendue de solutions du problème dépendant de deux fonctions arbitraires.

Séance du 3 Avril 1895.

M. **D. André** : Sur la structure des permutations circulaires. — M. **Lecoruu** : Sur une équation fonctionnelle. — M. **Fleury** : Sur un paradoxe du calcul de l'infini.

M. d'Ocagne.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

Lord Kelvin, P. R. S., **Magnus Maclean**, F. R. S. E., et **Alex. Galt**, F. R. S. E. — **Electrisation de l'air et d'autres gaz par leur passage à travers l'eau et d'autres liquides.** — Les expériences suivantes ont été exécutées dans le cours de juillet 1894 et sont la continuation d'expériences commencées en 1868 au Laboratoire de Physique de l'Université de Glasgow, qui furent interrompues pour diverses raisons avant qu'aucun résultat décisif eût été obtenu.

1. — Un tube de verre en **U**, avec des branches verticales (fig. 1), chacune mesurant environ 18 pouces de longueur (0 m. 45) et 1 pouce de diamètre (0 m. 025), est fixé à un support non isolé (non représenté sur la figure). La moitié supérieure de l'une des branches est enduite, extérieurement et intérieurement, d'un vernis blanc; l'autre branche est remplie de petits fragments de pierre ponce imprégnée d'acide sulfurique concentré ou d'eau. Un fil de platine, touchant la pierre ponce par une de ses extrémités, la met en relation avec l'électrode isolée d'un électromètre à quadrant E. Un vase de métal M entoure les deux branches du tube en **U** sans les toucher et les protège des influences électriques extérieures; ce vase est mis en communi-

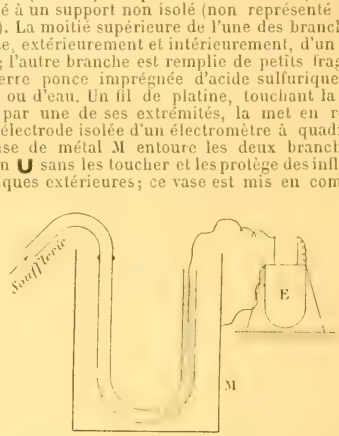


Fig. 1. — *Dispositif employé pour montrer l'électrisation de l'air lorsqu'on lui enlève l'humidité qu'il contient.* — M. vase de métal entourant les deux branches d'un tube en **U** dont l'une est remplie de fragments de pierre ponce imprégnée d'acide sulfurique. — E, électromètre à quadrants.

cation par un fil métallique avec l'enveloppe extérieure de l'électromètre. La partie du fil de platine à découvert entre le tube en **U** et l'électromètre est si courte qu'il n'est pas nécessaire de la protéger contre les influences extérieures. Le tube de dégagement d'une soufflerie ordinaire est lié à l'extrémité non isolée du tube en **U**. On souffle alors de l'air à travers le tube pendant une heure environ, sans arrêt. Lorsque la pierre ponce est imprégnée d'acide sulfurique, l'électromètre accuse, dans le cours de 3/4 d'heure, une électrisation positive d'environ 9 volts; quand la pierre ponce est imprégnée d'eau, on n'observe aucun effet. La première expérience montre clairement que l'air, en passant à travers le tube en **U**, abandonne de l'électricité positive à l'acide sulfurique; l'air desséché, qui s'échappe du tube, doit, par conséquent, être chargé d'électricité négative. Une expérience analogue, dans laquelle la pierre ponce imprégnée d'acide sulfurique était remplacée par des grains de chlorure de calcium anhydre, donna le même résultat. On nota toutefois que l'électrisation ne commence à se produire que lorsqu'on entend un bruit de barbotement, dû au passage de l'air à travers un liquide rassemblé dans la courbure du tube (provenant probablement de la condensation de l'humidité de l'air par H^2SO^4 ou $Ca\,Cl^2$). On a depuis vérifié que, s'il ne se produit pas d'effet électrique quand la pierre ponce est imbibée d'eau pure, c'est parce qu'il ne se rassemble aucun liquide dans la courbure du tube. — Lorsqu'on remplace le tube en **U** par un tube droit, afin d'empêcher une

accumulation de liquide dans le tube, et lorsqu'on fait passer l'air à travers le chlorure de calcium ou la pierre ponce imprégnée d'acide sulfurique, on n'observe plus aucune électrisation définie, excepté dans le cas où le chlorure de calcium a été chauffé, avant l'expérience, à 180 ou 200° et introduit encore chaud dans le tube : l'électrisation est alors positive et très forte.

2. — Les expériences ont été continuées avec l'appareil représenté dans la figure 2. Un vase métallique protecteur M est mis en communication au moyen d'un fil mécanique avec l'une des paires de quadrants d'un électromètre E. De l'eau, placée dans un vase intérieur de verre ou de métal A, est également reliée

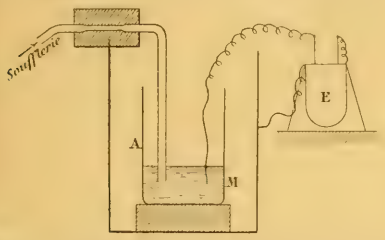


Fig. 2. — *Dispositif montrant l'électrisation de l'air lorsqu'il barbote à travers l'eau.* — A, vase intérieur contenant de l'eau reliée par un fil métallique à l'électromètre à quadrants E.

par un fil de platine avec l'autre paire de quadrants de l'électromètre. Pour isoler l'appareil, on supporte le vase A par un bloc de paraffine; le tube de verre qui plonge dans l'eau est ajusté dans un second bloc de paraffine, percé d'un canal à l'autre extrémité duquel s'emboîte le tube servant à l'entrée de l'air venant de la soufflerie. Si l'on souffle de l'air à travers l'eau, on observe que le vase A se charge d'électricité positive [1]. Pour prévenir l'éclaboussement de l'eau hors du vase, on peut adapter un couvercle de papier à l'orifice; ou bien on incline le vase comme le montre la figure 3, de façon que les bulles d'air viennent crever contre la paroi intérieure du vase. La moyenne des résultats de

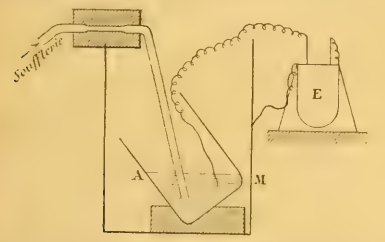


Fig. 3. — *Légère modification du dispositif représenté dans la figure 2, et destinée à empêcher l'éclaboussement des gouttes d'eau hors du vase.*

trois expériences donna une électrisation positive d'environ 6 volts en un quart d'heure.

3. — Puisque le vase s'électrise positivement, l'air, s'il est entré à l'état neutre, doit être électrisé négativement après son passage. Pour le prouver, on se sert de l'appareil représenté dans la figure 4. Il consiste en un grand vase de fer-blanc VV, de 123 centimètres de diamètre et 70 centimètres de hauteur, renversé sur un baquet en bois revêtu de plomb, supporté par trois morceaux de bois. En remplissant d'eau le baquet on confine une certaine quantité d'air dans le vase VV. CC est un écran métallique, en communication avec le vase VV et l'électromètre E. L'écran entoure l'électromètre et l'appareil figuré à sa droite qui est destiné à laisser tomber de l'eau goutte à goutte dans le vase VV; l'écran empêche ainsi toute influence électrique extérieure qui pourrait altérer les résultats des expériences. Cette protection de l'électromètre est absolument nécessaire, surtout si d'autres expériences électriques se font à proximité ou si des câbles servant au transport de l'électricité passent dans la salle. En faisant marcher l'appareil à écoulement d'eau et en soufflant de l'air ordinaire du laboratoire à travers le vase VV, on trouve que l'air s'électrise négativement et d'une quantité égale à environ 5 volts en une heure;

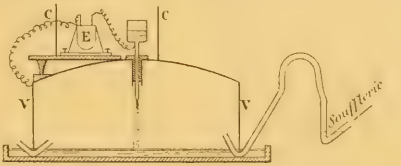


Fig. 4. — *Appareil destiné à montrer que l'air s'électrise négativement lorsqu'on fait tomber de l'eau goutte à goutte au travers.* — VV, vase en fer-blanc retourné sur un baquet rempli d'eau. — CC, écran métallique entourant l'électromètre à quadrants E et le récipient, figuré à sa droite, duquel l'eau tombe goutte à goutte à travers l'air confiné dans le vase VV.

on a vérifié en même temps un phénomène déjà reconnu auparavant : c'est que plus l'air est exempt de poussières, moins il s'électrise négativement par la chute des gouttes d'eau. La courbe 6 montre l'électrisation d'un air assez riche en poussières; on obtient la courbe 7 après avoir laissé tomber pendant 16 heures des gouttes d'eau à travers l'air ayant servi pour obtenir la courbe 6; on voit que cet air, ayant été débar-

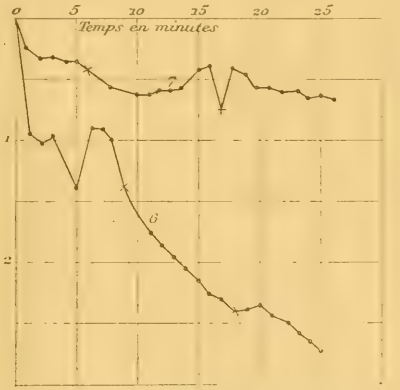


Fig. 5. — *Courbes montrant l'électrisation de l'air au travers duquel on a laissé tomber des gouttes d'eau.* — La courbe 6 a été obtenue après avoir laissé tomber les gouttes d'eau pendant quelques instants seulement; la courbe 7 après que l'eau eut coulé pendant 16 heures et que l'air eut été ainsi débarrassé de la majeure partie de ses poussières. — Les abscisses représentent le temps en minutes; les ordonnées les volts négatifs. — Les signes × indiquent le moment où chaque goutte d'eau est tombée.

rassé par ce moyen d'une grande partie de ses poussières, s'électrise beaucoup moins fortement. A la place d'une soufflerie, on peut se servir d'un aspirateur qui extrait l'air du vase; on filtre l'air qui entre dans le vase au moyen d'un tube rempli de ouate. Les courbes 1 à 5 ont été obtenues successivement en faisant mar-

[1] En soufflant de l'air dans le vase sans que le tube plonge dans l'eau, on n'observe aucune électrisation.

cher l'aspirateur de plus en plus longtemps, et, par conséquent, en filtrant l'air de plus en plus; on voit que l'électrisation diminue à mesure que les poussières sont éliminées.

Fig. 6. — *Courbes montrant l'électrisation de l'air au travers duquel on a laissé tomber des gouttes d'eau.* — L'air dont il s'agit a été auparavant filtré à travers de la ouate pour le débarrasser de ses poussières. La courbe 1 provient de l'air le moins bien filtré et contenant le plus de poussières; la courbe 5 provient de l'air qui a été le plus complètement débarrassé de ses poussières. — Les abscisses représentent le temps en minutes, les ordonnées le degré d'électrisation en volts.

— Si on prend de l'air presque complètement débarrassé de poussières et ne donnant plus qu'une faible électrisation quand on laisse tomber des gouttes d'eau au travers, et si on le souffle dans un tube débouchant

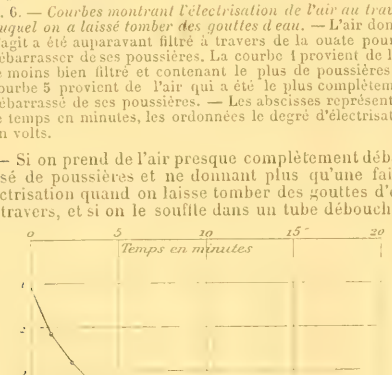


Fig. 7. — *Courbe montrant l'électrisation de l'air qui a barboté dans l'eau avant d'entrer dans le vase* VV. — Les abscisses représentent le temps en minutes, les ordonnées l'électrisation en volts négatifs.

sous l'eau à l'intérieur du vase VV, de façon que l'air barbote dans l'eau, on observe, en 12 minutes, une électrisation négative moyenne de 5 volts. De même, si l'on interpose, entre la soufflerie et le vase VV, un tube en **U** renfermant, dans la courbure, de l'eau à travers laquelle l'air devra barboter, on trouve que l'air du vase VV s'électrise négativement d'environ 8 1/2 volts en 25 minutes. La courbe 8 montre l'électrisation de l'air qui a barboté dans l'eau du tube en **U** avant d'entrer dans le vase VV.

— La figure 8 montre en coupe longitudinale et transversale un dispositif intercalé soit entre la soufflerie et le tube en **U**, soit entre le tube en **U** et le vase VV. Ce sont des toiles métalliques placées entre de petits bouts de tuyau de plomb, maintenus ensemble par un tuyau de caoutchouc. Douze toiles métalliques, placées entre la soufflerie et le tube en **U**, avec ou sans ouate entre elles, n'ont aucun effet sur l'électrisation subsé-

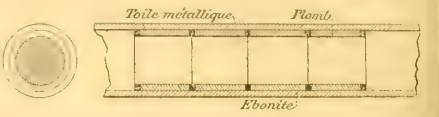


Fig. 8. — *Coupe longitudinale et transversale d'un dispositif intercalé entre la soufflerie et le tube en* **U** *ou entre le tube en* **U** *et le vase* VV (fig. 4) *et destiné à montrer l'influence des toiles métalliques sur l'électrisation de l'air.*

quente de l'air par le barbotement dans l'eau; mais, placées entre le tube en **U** et le vase VV, elles désélectrisent presque complètement l'air, même sans ouate. Une seule toile métallique n'a qu'un petit effet.

4. — Après avoir exécuté les diverses recherches précédentes, les auteurs firent une série d'expériences quantitatives dans lesquelles ils utilisèrent l'appareil représenté dans la figure 2; on mesure alors l'électrisation du liquide et non directement celle du gaz ayant barboté au travers. A 3 centimètres au-dessus de la surface du liquide dans le vase A, on plaça un écran, composé d'un mince disque de cuivre, d'un diamètre inférieur de 6 millimètres à celui du vase, et destiné à éviter la projection de gouttes d'eau au dehors du vase. — Si l'on place dans le vase A 200 cc. d'eau d'approvisionnement de la ville de Glasgow (venant du Loch Katrine), et qu'on fasse passer de l'air au travers, la moyenne de 17 expériences montre une électrisation de l'eau égale à 4 volts positifs. — Si l'eau renferme une goutte d'une solution saturée de sulfate de zinc, l'électrisation positive est la moitié de celle qu'on obtient avec de l'eau pure; si l'eau renferme 5 gouttes de la solution, l'électrisation est presque nulle. Avec de plus fortes proportions de sulfate de zinc, jusqu'à saturation, l'électrisation devient légèrement négative. — Avec l'ammoniaque on observe les mêmes faits, mais l'électrisation reste toujours positive. — 7 expériences avec l'acide sulfurique montrèrent une faible électrisation positive qui alla en décroissant de 1/4 volt, en 10 minutes, pour 0,5 °/o d'acide dans l'eau, jusqu'à 1/16 volt, dans le même temps, pour l'acide concentré. — 7 expériences avec l'acide chlorhydrique montrèrent une faible électrisation négative, qui alla en croissant de 1/2 volt, en 10 minutes, avec 1/3 °/o d'acide en solution dans l'eau, jusqu'à 1 1/4 volt, dans le même temps, pour une solution. — Le chlorure de calcium ajouté à l'eau produit à peu près les mêmes résultats. — 10 gouttes de benzène ou d'huile de paraffine réduisent l'électrisation à 1/2, 30 gouttes de benzène à 1/3 de celle obtenue avec de l'eau pure. — Moins de 10 °/o d'une solution saturée de phénol ajoutée à l'eau n'a aucun effet sur l'électrisation; avec 25 °/o, l'électrisation est réduite au 1/3; avec 100 °/o elle est réduite au 1/6. — En faisant barboter de l'air pendant 10 minutes à travers 200 cc. d'eau contenant les proportions suivantes d'une solution saturée de sel marin, on obtient les électrisations ci-dessous :

a) 0,004 %	de solution saturée de sel	dans l'eau		2,4	volts positifs
b) 0,02	»	»	»	1,2	»
c) 0,1	»	»	»	0,6	»
d) 0,5	»	»	»	0,4	»
e) 2,0	»	»	»	0,15	»
f) 4,0	»	»	»	0,0	»

10 gouttes d'alcool absolu dans 200 c. c. d'eau n'ont pas d'influence sur l'électrisation ; 50 gouttes la réduisent à 1/2, 100 gouttes à 1/4 ; 25 à 50 % d'alcool dans l'eau ne donnent plus qu'une électrisation positive négligeable.

5. — En faisant barboter de l'anhydride carbonique à travers de l'eau pure dans le vase A, on obtient une électrisation positive de 8 3/4 volts en 10 minutes. — Dans le même temps, de l'oxygène donne une électrisation positive de 1/2 volt. — L'hydrogène produit des effets différents suivant les cas. Si, avant d'être employé, il a séjourné dans un gazomètre, la moyenne de l'électrisation produite par son passage à travers l'eau est de 2 volts positifs en 10 minutes. Si l'hydrogène passe directement des flacons où on le prépare dans l'eau du vase A, l'effet obtenu est plus grand; quand l'hydrogène est préparé au moyen de zinc et d'un mélange d'acides sulfurique et chlorhydrique et d'eau, l'électrisation se produit en 30 secondes et on enregistre plus de 10 volts ; quand l'hydrogène est préparé avec du zinc et de l'acide sulfurique dilué, l'électrisation positive est de 6 volts en 7 minutes. – Lorsqu'on produit l'hydrogène directement dans le vase A en y mettant de l'eau, un peu de zinc granulé et en y laissant tomber quelques gouttes d'acide sulfurique pur, on observe, lorsqu'il n'y a pas d'écran pour empêcher l'éclaboussement de l'eau, une électrisation *négative* au bout de quelques minutes (environ 9 volts). Lorsqu'on place un écran en cuivre à 7 centimètres au-dessus de la surface du liquide, l'électrisation est de 2 volts *négatifs* en 2 minutes, puis l'électromètre revient au zéro en 5 minutes, et enfin, dans les 6 minutes suivantes, il arrive à marquer 6 volts *positifs*. L'électrisation produite par le bouillonnement ne commence généralement à être perceptible qu'à la fin de la première minute de l'expérience, et elle continue à augmenter faiblement une minute ou plus après que le barbotement a cessé. L'interprétation de ces expériences est difficile et devra, sans doute, être cherchée dans les propriétés de la matière.

E. C. Baly. A. I. C. — A quoi correspond le double spectre de l'oxygène ? (*Note communiquée par le Professeur W. Ramsay F. R. S.*) — Les deux spectres de l'oxygène semblent être de nature différente. Ils se comportent différemment, et il y a des raisons de supposer qu'ils se rapportent à deux gaz vraiment distincts. Plusieurs hypothèses peuvent d'ailleurs être faites à ce sujet : ou ils résultent de vibrations différentes de la même molécule, ou bien ils correspondent, soit à deux modifications différentes de l'oxygène, soit à deux gaz nés de la dissociation de ce que nous appelons actuellement l'oxygène. Il m'a paru utile de faire des expériences en vue d'éprouver cette dernière hypothèse. J'ai fait éclater l'étincelle dans de l'oxygène contenu dans un appareil semblable à celui employé par le professeur J. J. Thomson pour ses expériences sur l'électrolyse de la vapeur. J'ai employé des électrodes de platine creuses, reliées chacune à une pompe à mercure de Sprengel. Dans mes premières expériences, la distance entre les électrodes était de 35 millimètres et la pression de 380 millimètres : c'est la plus haute pression qui permet d'obtenir les deux spectres. J'eus soin de déterminer la densité de l'oxygène avant de faire passer les étincelles ; cette densité servit, en quelque sorte, de témoin de la pureté du gaz. A la suite de quoi, les portions de gaz recueillies à l'anode et à la cathode furent pesées ; le tableau ci-joint indique les densités ainsi obtenues. Les résultats de ces expériences sont conformes à ceux que J. J. Thomson a obtenus avec des étincelles de longueurs inégales : avec les longues, il obtenait à la cathode un gaz plus léger qu'à l'anode ; c'était l'inverse avec les étincelles courtes. Les gaz de l'anode n'étaient pas si bien définis que ceux de la cathode, quoique la différence fût dans le même sens. L'erreur maximum probable de la pesée était 0 gr. 0001. Cette erreur portait exactement sur la seconde décimale des densités. On peut juger de l'exactitude des résultats en les comparant aux densités de l'oxygène non soumis à l'effluve :

DENSITÉ DU GAZ recueilli à la cathode avec de longues étincelles	DENSITÉ DE L'OXYGÈNE non soumis à l'effluve	DENSITÉ DU GAZ recueilli à la cathode avec de courtes étincelles
15.78	15.88	16.00
15.79	15.87	16.01
15.80	15.89	16.02
15.79	15.88	16.04
	15.88	16.06
		16.05

Moyenne des résultats obtenus par d'autres expérimentateurs = 15,887. La densité de l'oxygène à la cathode après trois jours d'exposition aux courtes étincelles était : 15,75.

Je continue ces expériences.

SOCIÉTÉ PHYSIQUE DE LONDRES.

Séance du 8 Mars 1895

M. Naber : Nouvelle forme de voltamètre à gaz. Dans cet appareil, l'oxygène et l'hydrogène peuvent être recueillis séparément, et le niveau du liquide à l'extérieur et à l'intérieur de la burette peut être le même. — **M. Johnston Stoney :** Héliostat local. Dispositif pour sidérostats. L'héliostat local est un héliostat réglé pour un lieu donné, pouvant seulement être réglé par des latitudes assez peu différentes (par exemple, un appareil pourra servir par toutes les îles Britanniques). L'auteur indique des perfectionnements apportés à l'appareil qui sert pour les observations de spectroscopie sidérale et au réglage du sidérostat. — **M. G. Yule :** Forme simple d'analyseur harmonique. C'est une modification de l'appareil d'Henrici. — **M. Minchin :** Mouvements de l'énergie dans le milieu qui sépare des particules électrisées, en l'attirant en vertu de la gravitation. Entre autres remarques, signalons que l'énergie du milieu est à la surface du soleil de 16 chevaux-heures par centimètre cube ; à la surface d'Arcturus, elle serait 8.100 fois plus grande.

Séance du 22 Mars 1895

MM. Rücker et Edser : Réalité objective des sons résultants. La question de la réalité objective des sons résultants d'addition et de soustraction a donné lieu à des discussions ; les auteurs ont mis en évidence cette réalité dans certains cas, en montrant que ces sons mettent en vibration des corps susceptibles de résonner. Comme résonnateur, ils ont employé un diapason ; à l'un des bras de la fourche est fixée une pièce de bois mince, d'environ 5 centimètres carrés, tandis qu'un miroir argenté est fixé à l'autre, et la hauteur est réglée avec beaucoup de précision, à 64 vibrations doubles par seconde. Pour déceler un mouvement dû à la résonance de l'appareil, le miroir fait partie d'un système de miroirs destiné à produire les franges d'interférence de Michelain. Si l'extrémité de la verge se déplace de $\frac{1}{80000}$ de pouce ($\frac{1}{2}$ longueur d'onde lumineuse), les bandes d'interférence disparaissent. Comme source sonore, on emploie une sirène, dont on règle la hauteur en observant la disparition des battements avec un diapason dévié ou par la méthode stroboscopique. Un large cône de bois, placé entre la sirène et le diapason résonnateur, sert à rencontrer le son sur le disque de bois qu'il porte. La sensibilité de ce dispositif est telle que, lorsqu'un grand diapason de Kœnig, donnant 64 vibrations par seconde, est frappé, mais trop légèrement pour qu'un

observateur qui a son oreille contre le diapason ne puisse pas entendre la note fondamentale, les franges d'interférence disparaissent instantanément. L'appareil n'est pourtant pas sensible à d'autre note que celle qui a 64 vibrations par seconde. On a fait de nombreuses expériences en employant divers jeux de trous de la sirène et, dans tous les cas, lorsque le son obtenu par addition ou soustraction des nombres de vibration correspond à 64 vibrations par seconde, les franges d'interférence ont disparu. On a essayé aussi de voir si le son résultant inférieur de Kœnig, quand l'intervalle est plus grand qu'une octave, est objectif : dans ce cas, les auteurs n'ont pu mettre en évidence l'existence objective d'aucun son.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Mars 1895.

1° Sciences physiques. — M. **Bakhuis Roozeboom** fait une communication relative à ses expériences sur l'absorption de *l'hydrogène* par le *palladium*, faites en commun avec M. le Dr Hoitsema. A leur opinion, les expériences de MM. Troost et Hautefeuille n'ont pas été poursuivies assez loin pour permettre une conclusion quant à l'existence de Pd^2H. Les auteurs ont poursuivi ces recherches de 0° à 190° et dans un intervalle de pressions de 0 mill. à 6 atm. Si l'on désigne par p la pression de l'hydrogène gazeux et par C la quantité de gaz absorbé, exprimée en atomes pour 1 atome de Pd, on obtient en général une courbe de la forme ci-jointe (fig. 1.) Aux températures inférieures, la partie II est presque horizontale; aux températures élevées, elle disparaît à peu près. Les raccords de cette partie avec les deux autres sont toujours graduels. Les valeurs C^1 et C^2 qui correspondent aux changements de direction les plus forts, se déplacent avec la température. La dernière peut passer par 0.5 à une température déterminée, mais variant avec l'état du palladium. Il résulte de tout ceci qu'on ne peut accepter l'existence d'une combinaison Pd^2H, qui disparaîtrait dès que la concentration de l'hydrogène absorbé aurait dépassé la valeur de C^1. De même la conception de la coexistence de deux sortes de solutions solides ne s'accorde pas avec la totalité des phénomènes. Et ainsi il ne reste qu'une seule conception possible, celle d'une seule solution, dont la teneur en hydrogène s'enrichit graduellement avec la pression. Cependant la partie presque horizontale de la courbe donne à cette absorption un caractère spécial, qu'on pourra peut-être expliquer en attribuant à l'hydrogène, absorbé dans le Pd, les qualités que ce même gaz à l'état libre acquerrait aux environs de sa température critique, située beaucoup plus bas.

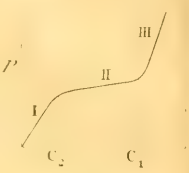


Fig. 1.

2° Sciences naturelles. — M. G. M. van Bemmelen présente, au nom de la Commission géologique, un mémoire du Dr **Vogel** intitulé : Les fossiles des Pays-Bas dans le Musée de Leyde.

P. H. Schoute.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

BAYLE

M. Bayle, ancien professeur de Paléontologie à l'École des Mines, est mort récemment, après une longue carrière entièrement consacrée à la Science et à l'Enseignement. M. Douvillé a prononcé son éloge funèbre dont nous extrayons la notice suivante :

Bayle est né à la Rochelle en 1819. Dès son enfance ses relations avec la famille d'un illustre naturaliste, d'Orbigny, développèrent en lui un goût des plus marqués pour l'histoire naturelle; mais sa vive intelligence n'en était pas moins ouverte à tous les sujets d'étude.

Reçu à l'Ecole Polytechnique en 1838, il en sortit dans les premiers et fut classé dans le corps des Mines. Ses professeurs à l'Ecole des Mines surent vite discerner quels services on pouvait attendre de ses aptitudes spéciales : il fut nommé bientôt professeur de Géologie à l'Ecole des Ponts et Chaussées, et peu après, en 1845, Elie de Beaumont le chargeait d'inaugurer à l'Ecole des Mines l'enseignement de la Paléontologie.

Aucun choix ne pouvait être plus heureux : aux qualités du naturaliste, Bayle joignait la rigueur du raisonnement et l'esprit de méthode du mathématicien; aussi combien de fois la justesse de son coup d'œil, la précision de son jugement n'ont-elles pas provoqué l'admiration de ceux qui venaient le consulter.

En 1855, ses premiers travaux sur les Rudistes montrèrent qu'il était dès ce moment en pleine possession de son talent. Doué d'une habileté manuelle étonnante, il était arrivé à préparer d'une manière complète des pièces dont on soupçonnait à peine l'existence et, par cela même, il tranchait définitivement une discussion longtemps pendante entre les savants de cette époque.

Les qualités solides du naturaliste ne doivent pas nous faire oublier le professeur; tous ceux qui ont eu l'honneur d'être au nombre de ses élèves se rappellent sa parole claire et précise, avec quel art il savait rendre attrayantes les descriptions les plus arides! Dessinateur hors ligne, il excellait à faire revivre sous les yeux de ses auditeurs émerveillés les antiques créatures disparues. Rarement il a été donné d'entendre un professeur plus brillant, et les applaudissements de ses auditeurs ne lui étaient pas ménagés.

Tout à coup, son activité paraît se ralentir; son œuvre, son œuvre écrite, du moins, s'arrête presque brusquement. Et cependant jamais il n'avait autant travaillé : tous les jours on pouvait le voir dans son laboratoire depuis le matin jusqu'à la nuit, occupé à préparer et à classer ses chers fossiles, donnant à ses élèves l'exemple de l'assiduité et du travail. C'est que, renonçant à ses travaux personnels, il venait d'entreprendre une œuvre considérable, et il sentait qu'il lui restait juste assez de temps pour la mener à bonne fin. Il avait résolu de constituer à l'Ecole des Mines une collection de Paléontologie qui pût rivaliser avec les plus belles. Tout était à créer; aussi, rien ne lui coûte pour atteindre ce but, ni son temps, ni ses démarches. Séduits par son rôle et son ardeur, des géologues lui apportent ou lui lèguent des collections importantes; en 1867 il fait acheter la collection Deshayes, et les nombreuses séries de coquilles vivantes qu'il y trouve, lui permettent de rapprocher pour la première fois dans une collection publique les formes vivantes des formes fossiles. Aidé par le regretté Bayan, il inaugurait le classement zoologique qui seul peut mettre en évidence les modifications que les animaux disparus ont éprouvées dans la série des temps.

La collection qui, à son arrivée à l'Ecole des Mines, ne se composait que de quelques vitrines, occupe maintenant 17 salles et plus de mille mètres carrés; et encore ces chiffres ne donnent-ils qu'une bien faible idée de la tâche accomplie; il faut parcourir pas à pas ces longues rangées de tables et de vitrines pour se rendre compte de la grandeur réelle de l'œuvre.

Aussi le nom de Bayle ne périra pas : la collection qu'il a si patiemment créée, cet admirable instrument de travail qu'il a mis à la disposition de tous, restera comme un exemple et comme un témoignage de ce qu'une volonté ferme peut réaliser dans une vie entière consacrée à la science.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

6e ANNÉE N° 9 15 MAI 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES ÉTUDES RÉCENTES SUR LE PENDULE

Lorsque Regnault fit connaître les résultats de ses mémorables expériences sur la loi de Mariotte, ce fut pour la majorité des savants une vraie déception d'apprendre que cette loi, d'une expression mathématique si simple, n'était qu'une approximation. Pour un peu, l'on aurait considéré cette connaissance plus exacte des phénomènes comme un recul de la Science, jusqu'au jour où ces perturbations ouvrirent aux chercheurs des aperçus nouveaux sur la Physique moléculaire. Si les lois de Képler étaient rigoureuses, comme peuvent le souhaiter les amis de la symétrie, sans doute le calcul des éphémérides en serait facilité; mais il nous manquerait, entre autres, un moyen d'évaluer les masses des planètes dépourvues de satellites, et tout un côté de la Physique céleste demeurerait dans l'ombre.

Ces considérations sur le rôle éminent des perturbations dans la science s'appliquent tout particulièrement aux recherches sur la Pesanteur. Il peut sembler, à première vue, que les récentes études sur le pendule, qui arrivent à peine à ajouter une décimale à celles sur lesquelles on pouvait compter depuis longtemps, aient nécessité une somme de travail hors de proportion avec les résultats acquis. Mais ce sont précisément les dernières décimales qui contiennent les données grâce auxquelles on peut pénétrer plus avant dans la nature des choses. C'est la mesure des fractions de milligramme et de micron qui nous mettra sur la trace de lois nouvelles que nous ne soupçonnons pas encore.

La Géodésie en est arrivée à ce point où les irrégularités visibles de la surface de la Terre commencent à influer sur la forme de l'ellipsoïde idéal par lequel on se plaît à représenter le niveau également idéal des mers, et où les nouvelles mesures viennent déformer cet ellipsoïde de quantités supérieures à celles que permettaient de prévoir les erreurs probables des mesures antérieures.

Dès lors, l'objet de la science va se modifier. Considérant les grandes lignes acquises comme des lois asymptotiques, l'attention se portera de préférence sur les déviations elles-mêmes : bien loin de chercher à les atténuer ou à les éliminer, on s'efforcera de les mettre en pleine lumière, et de rattacher la Géodésie à la Géographie. Et comme la surface n'est que l'enveloppe d'un noyau inconnu dont elle dépend, il faudra solliciter le concours des géologues et des physiciens.

Le rôle des observations du pendule dans cette circonstance est de tout premier ordre. M. Helmert va jusqu'à leur attribuer, en ce qui touche à l'étude du sphéroïde, un degré de certitude supérieur à celui qu'il accorde aux mesures directes d'arcs de méridien ou de parallèle. Et de fait, si la science n'a plus affaire à la baguette divinatoire et au pendule explorateur, elle trouve pourtant dans cet admirable appareil de physique un organe nouveau pour pénétrer les mystères des profondeurs du Globe.

Cela était d'autant plus opportun que les dernières années, en développant dans une large mesure

notre connaissance du monde sidéral par l'application de la spectroscopie et des autres méthodes optiques, avaient moins fait pour l'obscur sous-sol de notre propre demeure. Il n'est pas facile, au premier abord, de concilier la classique hypothèse d'un noyau fluide avec les déductions de Lord Kelvin qui attribuent à l'ensemble de la Terre une rigidité supérieure à celle de l'acier, et bien des points d'interrogation se posent. En présence des températures et des pressions qu'on est amené à supposer dans les profondeurs, nos idées courantes sur la Physique sont en défaut, et l'on n'a encore aucune notion nette sur l'état possible de la matière dans de semblables conditions.

Mais, même abstraction faite des résultats de cet ordre qu'on peut en attendre, le pendule est fait pour intéresser vivement les physiciens, par la précision que comporte son observation, par les détails ingénieux des expériences, par ses relations avec la métrologie, etc. C'est par son moyen que Newton, et après lui Bessel, ont établi que la pesanteur agit de la même manière sur tous les corps, quelle que soit leur nature ou leur densité. On se rendra compte de l'infinie variété des recherches auxquelles se prête cet appareil si simple, en consultant les deux volumes que M. Wolf a consacrés à l'historique du Pendule et qui ont été publiés par la Société française de Physique (tomes IV et V) ; il suffit de lire les noms qui y figurent depuis Galilée : Newton, Huyghens, les Bernoulli, Clairaut, Euler, d'Alembert, Laplace, Poisson, Bessel, Foucault, pour ne citer que les plus illustres parmi les morts. On remarquera d'après cela que cette branche de la Physique a été traitée avec succès dans notre pays. Sans doute, c'est à Galilée que revient l'honneur d'avoir établi d'abord les lois de la gravité, à Newton celui de les avoir rattachées à l'attraction universelle, à Huyghens la découverte du centre d'oscillation et l'application du régulateur aux horloges. Mais c'est au P. Mersenne et à Picard que l'on doit la première détermination de la pesanteur. Celui-ci trouve encore la même longueur à Cette, Paris, Uraniborg; mais peu après Richer observe que le pendule à secondes est plus court à Cayenne que sous nos latitudes. Puis, les Académiciens du XVIIIe siècle, Bouguer et La Condamine, portent le pendule en Amérique ; Borda exécute la première mesure avec un appareil très précis ; de Prony propose le pendule réversible, qui sera repris plus tard par Bohnenberger et Kater; Du Buat étudie la résistance de l'air au mouvement, et Poisson en fait la théorie. Après cet essor, il faut bien convenir que c'est à l'Étranger que se font les plus importants travaux de la première moitié du siècle, et que, jusqu'à la mémorable expérience de Foucault, et malgré Biot, Freycinet et Duperrey, nous n'avons pas beaucoup de résultats à mettre en parallèle avec ceux de Kater, Sabine, Foster, Baily, Bessel. Mais ces dernières années ont vu un revirement dont la science française a droit d'être fière, et les travaux de M. le commandant Defforges sont la digne continuation d'une grande tradition scientifique [1]. Nous nous proposons d'en donner un aperçu dans ce qui suit.

I

Au premier abord, rien n'est plus simple que la théorie du pendule ; on peut l'établir presque sans calcul, et les musiciens savent qu'un fil d'un mètre avec une petite balle de plomb bat la seconde. Mais la formule élémentaire n'est vraie que pour un point matériel, suspendu par un fil inextensible et sans masse à un support absolument fixe, exécutant dans un milieu sans résistance des oscillations infiniment petites. Huyghens (1673) fit voir comment on peut trouver le pendule simple synchrone d'un pendule matériel ou composé ; il détermina le centre d'oscillation et sa réciprocité avec l'axe de suspension. Daniel Bernoulli (1747) donna la formule de réduction à l'arc infiniment petit.

On pouvait donc ramener au pendule idéal les observations d'un pendule matériel quelconque. Les premiers observateurs, Bouguer et La Condamine, et après eux Borda, s'efforcèrent néanmoins de se rapprocher le plus possible du pendule simple. Mais le pendule de Borda, si perfectionné qu'il fût, restait un appareil d'observatoire, et les éléments de réduction étaient susceptibles d'erreurs et difficiles à vérifier. Le pendule réversible fournit un appareil facilement transportable et dont la longueur pouvait se mesurer avec précision. De la réciprocité des axes de suspension et d'oscillation il suit que si l'on échange ces axes, en faisant osciller le pendule alternativement sur les deux couteaux qui les matérialisent, et si l'on arrive à égaliser la durée de ces oscillations, leur distance sera précisément la longueur cherchée. Kater réalisait cette égalité par le réglage des couteaux, ce qui était délicat ; Bohnenberger se contentait d'en approcher en donnant aux couteaux une position fixe, et fit voir qu'on pouvait calculer la durée théorique de l'oscillation d'un pendule de cette longueur, pourvu que le centre de gravité ne fût pas au milieu de la distance de ces deux axes. C'est sur ces principes que Repsold construisit un appareil d'après les indications de Bessel, et c'est celui qui est universellement adopté de nos jours.

[1] Voir : Séances de la Société française de Physique, année 1888. Mesure de l'intensité absolue de la pesanteur, etc. (Procès-verbaux du Comité international des Poids et Mesures pour 1891). *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, tome XV, 1er fascicule, 1894.

L'effet du milieu dans lequel a lieu le mouvement, est complexe. D'abord, la perte de poid hydrostatique entraîne un accroissement de la longueur du pendule synchrone, qu'on peut calculer. La résistance proprement dite du fluide se traduit par une communication de force vive à celui-ci ; dans un fluide parfait, cette perte est considérée comme une fonction de la vitesse, qui fait décroître les amplitudes sans affecter les durées. Mais il ressort précisément des expériences du pendule que l'air n'est pas un fluide parfait et qu'il est nécessaire d'avoir égard au frottement interne de ses molécules. La détermination expérimentale de ces effets est due à Bessel, et leur théorie mathématique à M. Stokes. Bessel a montré, de plus, qu'on peut éliminer l'effet total de l'air par la réversion, pourvu que le pendule soit symétrique dans sa forme extérieure, et que les observations aient lieu sur les deux couteaux dans les mêmes limites d'amplitude. Il y a, du reste, un moyen excellent de se mettre à l'abri de cette cause d'erreur : c'est d'opérer dans le vide.

On voit comment on est arrivé peu à peu à substituer au pendule presque simple une pièce plus compliquée et plus lourde, pouvant se retourner. Mais, par une étrange aberration, comme l'observe M. Wolf, on donna à ce pendule massif un support formé d'un frêle trépied, composé de minces tubes en laiton. De là des perturbations nouvelles, qui déroutèrent d'abord les observateurs, mais qui, finalement, ont conduit le commandant Defforges aux derniers perfectionnements et à une précision supérieure.

L'effet de la suspension comprend deux ordres de faits : d'une part, le roulement et le glissement du couteau de suspension ; d'autre part, l'entraînement du support. Le couteau le plus parfait n'est pas une arête rectiligne, mais un cylindre dont la courbure est appréciable, et sur lequel l'appareil roule au lieu de pivoter. Bessel apprit à éliminer cet effet par l'échange des couteaux. Il avait, ainsi qu'Oppolzer et Peirce, pressenti que ce roulement devait être accompagné d'un glissement ; le commandant Defforges a eu le mérite de mettre ce glissement en évidence et de mesurer cette quantité excessivement petite à l'aide d'un appareil très délicat dont le principe lui avait été suggéré par M. Cornu : il se fonde sur l'observation du déplacement des franges d'interférence produites par la réflexion de la lumière sur deux glaces parallèles, dont l'une est fixe et l'autre suit le déplacement du couteau. Ce procédé est tellement sensible qu'il rend visibles des déplacements d'un centième de micron. C'est sur le même principe qu'est basée l'étude faite par M. Defforges de l'entraînement du support par le pendule en mouvement. Peu sensible pour les anciens pendules, assez légers et oscillant sur des supports très résistants, cet effet a pris une grande importance avec le pendule Repsold. Il est dû à la composante horizontale de la réaction du pendule sur le support, et consiste en un déplacement latéral de celui-ci, synchrone avec l'oscillation du pendule ; MM. Peirce, Cellérier et Plantamour en ont fait la théorie. Ce déplacement peut être évalué soit par l'observation de la déformation statique, soit par celle qui se produit réellement quand le pendule est en mouvement ; les deux coefficients, statique et dynamique, ne sont pas égaux, et, chose très curieuse, l'observation a conduit à préférer le premier. Le commandant Defforges explique ce fait paradoxal en le rattachant au glissement même du couteau.

Mais, en présence des incertitudes qui peuvent encore subsister sur la vraie valeur de cette correction, le savant officier a cru préférable de l'éliminer, au moins dans les mesures absolues ; il y arrive par l'emploi de deux pendules de même poids et de longueurs différentes, oscillant alternativement sur le même support avec les mêmes couteaux. La différence seule des longueurs des pendules intervient dans le résultat final, et l'on a de plus l'avantage d'éliminer aussi l'effet inconnu de l'écrasement du couteau dans le mouvement, et surtout celui de l'équation personnelle sur le pointé de l'arête, quand on mesure la distance des couteaux. Cette mesure se fait au moyen d'un comparateur muni de deux microscopes, dont chacun pointe alternativement une des arêtes et une division d'une règle étalon. Kater, qui employa le premier ce procédé, remarqua avec surprise que les résultats différaient notablement selon qu'on pointait le couteau obscur sur le fond clair ou le couteau éclairé sur fond noir. Cette question n'a été complètement élucidée que par M. Defforges, qui a montré que, dans le second cas, toute la partie courbe de l'arête devient invisible dans le microscope, et qu'il faut pointer l'arête sombre sur fond blanc, en l'amenant entre deux fils parallèles du micromètre ; mais on sait que ces pointés dissymétriques sont sujets à des erreurs assez importantes.

II

C'est d'après les principes qui viennent d'être exposés qu'a été conçu l'appareil du Service géographique pour la mesure de l'intensité absolue de la Pesanteur, construit par Brunner. Il comprend :

1° Deux pendules de même poids (5 kilogr.) ayant respectivement 1 mètre et $0^{m},50$ entre les arêtes de leurs couteaux communs ;

2° Un plateau en bronze servant de support et

destiné à être scellé à deux piliers en maçonnerie : à ce plateau est fixée une cloche en cuivre rouge qui enveloppe le pendule, munie de regards fermés par des glaces, et dans laquelle on peut faire le vide :

3° Un appareil pour mesurer l'entraînement du support ;

4° Un appareil pour mesurer le glissement du couteau ;

5° Un appareil destiné à l'observation des coïncidences :

6° Un comparateur pour la mesure de la distance entre les arêtes.

La durée des oscillations s'évalue par la méthode des coïncidences : le commandant Defforges a notablement modifié celle de Borda, en lui substituant une méthode stroboscopique, c'est-à-dire basée sur la persistance des impressions très lumineuses d'une faible durée. Elle permet de noter les coïncidences aussi bien quand les vitesses sont de sens contraire que lorsqu'elles sont de même sens : d'où une vérification précieuse. Elle permet encore d'atteindre une grande précision en peu de temps, d'autant plus vite que l'amplitude est plus grande ; mais, même avec des amplitudes de deux minutes d'arc, on obtient encore l'approximation de $\frac{1}{1,000,000}$ dans l'observation des durées en 34 minutes. La pendule des coïncidences est elle-même réglée par des observations astronomiques, ou comparée à une pendule sidérale dont la marche est exactement connue.

La série d'observations la plus importante a été faite à Breteuil, au pavillon du Bureau international des Poids et Mesures, en 1888. Les détails des opérations ont été consignés dans les procès-verbaux du Comité international, publiés en 1891. On trouvera dans cette publication l'exposé des précautions minutieuses qui ont été prises pour éliminer les différentes causes d'erreur : détermination exacte de la durée, réduction à la température moyenne, à une pression constante et à l'arc infiniment petit ; mesure de la longueur, détermination du centre de gravité. Les observations ont été faites par MM. Defforges et Benoît, à la pression atmosphérique et dans le vide partiel à 10 millimètres de mercure.

M. Defforges admet que le résultat calculé est exact à $\frac{1}{200\,000}$ près de la valeur de l ou de celle de g, soit environ 5 microns sur la longueur du pendule à secondes, bien qu'*a priori* le calcul de l'erreur probable par la méthode ordinaire semble donner mieux. Nous pensons que cette réserve, appuyée sur l'étude détaillée des perturbations, est très sage. M. Helmert évaluait à $\frac{1}{100.000}$ l'erreur des meilleures déterminations. Si l'on réfléchit aux inégalités de marche des meilleurs régulateurs, à celles que comportent les observations astronomiques, à la difficulté d'évaluer exactement la température, on se convaincra que ce résultat est déjà fort beau. Observons encore, d'après M. Defforges, que le glissement du pendule sur son support qui, mesuré directement, équivaut à un déplacement de $\frac{2}{10}$ de micron seulement, a pour effet d'altérer la longueur du pendule de 58 microns, c'est-à-dire 10 fois l'erreur probable de la détermination.

D'autres séries ont été faites de 1887 à 1891, à Nice, Paris (Observatoire), Greenwich, Rosendaëlès-Dunkerque, Alger, Marseille et Rivesaltes.

III

Ces observations sont encore assez longues. En effet, l'emploi de deux pendules avec échange des couteaux conduit à faire 8 séries d'observations, et 16 si l'on retourne les pendules sur leur plan de suspension de façon à échanger entre eux les deux bouts du couteau, d'après le précepte de Baily. Un pendule à couteaux échangeables n'est d'ailleurs pas un pendule invariable, et nécessite de fréquentes mesures au comparateur. Cet appareil se prête donc malaisément aux déterminations rapides et nombreuses en des points différents, qui sont nécessaires pour étudier à fond la répartition de la pesanteur sur le globe.

Les déterminations absolues n'ont pas besoin d'être fort multipliées, et, pourvu qu'on trouve à s'y rattacher, des observations relatives suffisent.

Freycinet et Duperrey ont employé dans ce but le pendule invariable. Mais il est difficile qu'il reste *absolument* invariable pendant un long voyage, et la vérification dépend du retour au point de départ : si un changement s'est produit, cette incertitude affecte toutes les observations.

Le commandant Defforges a trouvé le moyen de réaliser un pendule invariable à deux axes, en rendant les couteaux fixes : on pourra encore lui appliquer le principe de la réversion en faisant occuper successivement au centre de gravité deux positions symétriques par rapport au centre de figure, à quoi l'on arrive par le déplacement d'une masse *intérieure :* c'est ce qu'on a appelé le pendule *inversable.* Le commandant Defforges a pu, de plus, tirer des observations mêmes un critérium de l'invariabilité de la distance des couteaux. En opérant dans le vide, mesurant à chaque station l'élasticité du support et se servant de la méthode des coïncidences, on obtient des résultats très précis. M. Defforges proscrit l'emploi du chronomètre, et cette exclusion paraît justifiée par la difficulté de conserver la régularité de marche dans le transport par terre : il n'en serait pas de même si le chronomètre voyageait à bord d'un navire, l'expérience ayant montré qu'un bon garde-temps,

bien compensé et à spiral isochrone, ne présente pas d'irrégularités dans sa marche diurne, si la fusée est bien faite, et c'est là le cas des montres modernes.

Huit séries d'observations suffisent avec le pendule inversable, et le comparateur est supprimé : les observations peuvent donc être menées rapidement et l'inventeur l'a prouvé tout dernièrement dans ses voyages aux États-Unis et dans le Turkestan russe : il avait déjà fait vingt-six stations entre Edimbourg et Biskra de 1890 à 1892. L'appareil s'est montré pratiquement invariable, puisqu'à deux ans de distance, à Alger et à Paris, les durées d'oscillations ont été trouvées les mêmes, à $\frac{1}{400.000}$ et à $\frac{1}{600.000}$ de leur valeur près. La différence de pesanteurs absolue et relative, en quatre stations où les deux avaient été mesurées, est en moyenne de $\frac{1}{150.000}$: l'approximation de $\frac{1}{100.000}$ semble assurée.

IV

Après avoir décrit la méthode d'observation, il convient d'en examiner les résultats. Les premiers observateurs du pendule avaient pensé à en faire un étalon de longueur. Cette application fut proposée, dès 1671, par Picard, qui avait trouvé cette longueur constante dans toute l'Europe : plus tard, quand on en connut la variation entre le pôle et l'équateur, on proposa dans ce but le pendule à secondes équatorial. Mais, comme le remarquèrent les commissaires de l'Académie en 1791, l'adoption de cet étalon fait intervenir dans la fixation de l'unité de longueur deux considérations qui lui sont étrangères : celle du temps et celle de l'intensité de la pesanteur. Aujourd'hui que nous savons, par les expériences de Breteuil, que, malgré les plus grands soins, l'approximation de la longueur en un point bien précis est de $\frac{1}{200.000}$, et que nous connaissons les incertitudes auxquelles donne lieu la réduction à l'équateur, nous trouverions que cet étalon n'est pas assez exact, surtout à côté des admirables mesures de MM. Michelson et Benoît, qui ont établi la longueur du mètre à moins de $\frac{1}{1.000.000}$ près, en le rapportant à une longueur d'onde lumineuse. Ajoutons qu'en choisissant pour unité de longueur une fraction du méridien, on ne fut guère plus heureux : comme l'a fort bien dit M. Faye, le mètre est la longueur d'une règle de platine déposée aux Archives, à quoi l'on peut ajouter comme renseignement qu'il est sensiblement $\frac{1}{40.000.000}$ de la longueur d'un méridien terrestre.

Au point de vue de la Physique, le pendule a servi à Newton et à Bessel à démontrer que la pesanteur agit de la même manière sur toute matière, quelle qu'en soit la nature : M. Wolf pense qu'on pourrait reprendre ces expériences avec des appareils plus précis.

Une des applications les plus intéressantes du pendule est celle qu'on en a faite à la détermination de la figure du Globe. Peut-il servir à trouver l'aplatissement de la Terre avec une précision comparable à celle qui résulte des meilleures mesures d'arcs de méridien ou de parallèle? Des savants éminents l'ont pensé. Ils remarquaient notamment qu'il est beaucoup plus facile de répartir les stations du pendule sur la surface entière de la Terre, tandis que les mesures géodésiques n'ont que les continents pour champ d'exploration. Le théorème de Clairaut donne une relation linéaire approchée entre l'aplatissement, la force centrifuge à l'équateur et la différence relative de pesanteur entre l'équateur et les pôles, et, pourvu que la figure de la Terre soit sensiblement celle d'un ellipsoïde de révolution faiblement aplati aux pôles, cette formule ne dépend d'aucune hypothèse sur la distribution des masses dans l'intérieur. M. Helmert s'est basé là-dessus pour admettre que, dans l'espèce, les observations du pendule ont plus de valeur probante que celle des longueurs de degrés. Mais, pour tirer des observations une conclusion relative à la forme du niveau des mers prolongé sous les continents, il est nécessaire de les réduire à ce niveau. La formule de Bouguer, qui exprime cette réduction en fonction de l'altitude du point d'observation déduite du nivellement, a le grave inconvénient de contenir la densité aux alentours du point considéré et la densité moyenne de la Terre : elle n'est donc plus indépendante de la distribution des masses attirantes. Son application aux observations faites à Quito par son auteur lui-même, comparées à celles faites sous la même latitude au voisinage du niveau de la mer, a révélé ce fait singulier qu'il faudrait, selon l'expression de M. Faye, traiter les continents comme s'ils n'existaient pas; Laplace en avait même conclu que la densité moyenne du continent américain au voisinage de Quito était presque égale à celle de l'eau, ce qu'il expliquait en admettant l'existence de vastes cavités souterraines dans ce pays éminemment volcanique. Mais cette observation n'est pas unique, et toutes les fois qu'on a opéré à de grandes altitudes continentales, le résultat a été le même : défaut de pesanteur sur les continents, excès de pesanteur sur les mers. M. Faye a proposé pour ce fait paradoxal une explication très ingénieuse, en faisant remarquer que la température du fond des grands Océans communiquant avec les mers polaires est très voisine de zéro, qu'ainsi le refroidissement doit marcher plus rapidement sous les mers; que là, par conséquent, la croûte solide est plus épaisse et plus dense que sous les continents. Nous trouverons la confirmation de cette loi dans les observations du comman-

dant Defforges: M. Stokes a essayé de faire voir par la théorie même que, dans la formule de Bouguer, il fallait faire abstraction des masses sous-jacentes jusqu'au niveau de la mer, au moins quand on recherche l'allure générale du phénomène : car, pour ce qui concerne des accidents locaux importants, tels que des montagnes isolées, l'expérience a montré que leur attraction doit entrer en ligne de compte. M. Faye admet qu'en gros il s'établit ainsi une compensation.

M. Helmert a proposé une méthode de réduction, qui consiste à supposer les masses voisines de la surface physique condensées sur une surface intérieure à la Terre, dont on peut calculer le potentiel, et il a établi des relations entre ce potentiel fictif et le potentiel véritable dont dépend la forme de la surface de niveau : il a ensuite appliqué ces formules à la revision de toutes les observations du pendule publiées jusqu'en 1880. Il est arrivé ainsi à réduire la grandeur des écarts, mais sans les faire disparaître, et il reconnaît que la différence de pesanteur entre les continents et les mers est très réelle. Nous sommes donc ici en présence d'une anomalie bien démontrée, et, dès lors, sans exclure les observations du pendule de celles qui peuvent concourir à fixer la forme du sphéroïde, nous serons conduits à penser que la précision avec laquelle elles nous renseignent sur l'aplatissement est très inférieure à celle qu'on pouvait attendre de la valeur des résultats partiels.

V

Mais, par cela même, si l'on ne peut guère espérer perfectionner le résultat d'ensemble, le pendule prendra un rôle éminent dans la détermination de la marche de ces anomalies et de leur distribution à la surface du géoïde. C'est là le point de vue auquel se place la science actuelle, et l'adjonction projetée de géologues à l'association des géodésiens en est la caractéristique. Ces études représentent comme des coups de sonde : plus ceux-ci sont multipliés, mieux on connaît le relief sous-marin. L'exactitude absolue des résultats n'a plus le même intérêt : une erreur constante sur la longueur n'altérera pas plus les résultats relatifs qu'une erreur sur le zéro de réduction ne change la forme d'un banc de sable. M. de Sterneck a entrepris un grand nombre de déterminations très serrées au moyen d'un pendule invariable : pour opérer plus vite, il se sert d'un chronomètre, ce qui, nous l'avons déjà dit, peut prêter à des objections pour les voyages sur terre ferme. Ces objections ne peuvent plus être opposées aux observations que MM. le commandant Defforges et le capitaine Bourgeois ont faites avec le pendule inversable. La première série comprend 24 stations choisies dans le voisinage du méridien de Paris entre les latitudes de 55° 57′ N. (Édimbourg) et 34° 51′ N. (Biskra). On y a ajouté un certain nombre de déterminations antérieures du Service géographique, et on a tout réduit au niveau de la mer au moyen de la formule de Bouguer. Cette réduction a d'ailleurs été calculée pour trois valeurs différentes (2,0 — 2,4 — 2,8) de la densité superficielle, avec la densité moyenne de 5,53 (Cornu et Baille). On a ensuite calculé pour les mêmes points la pesanteur théorique par la formule de Clairaut, avec l'aplatissement de Clarke, en partant de la valeur $g = 9.81000$ trouvée pour Paris. Les résidus ou différences des deux séries, généralement très supérieurs aux erreurs possibles d'observation, et très peu influencés par les hypothèses différentes sur la densité, sont la confirmation de ce que nous avons dit plus haut.

M. Defforges, ayant eu plusieurs stations communes avec les anciens observateurs, a pu déterminer les corrections à appliquer à leurs résultats pour les rendre comparables aux siens. Il a pu utiliser ainsi les observations de Kater, Foster, Sabine, Biot, Freycinet, Duperré, Lutke : il a réduit de la même manière les observations de Bessel, et celles de Basevi et de Heaviside aux Indes. Lui-même a naguère porté son pendule aux États-Unis, de Washington à San Francisco, avec cinq stations intermédiaires [1], et, tout dernièrement encore, dans le Turkestan russe et au Caucase. M. Collet, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, a observé un pendule du Service géographique dans la région des Alpes Dauphinoises. Partout et toujours s'est vérifiée la loi que le commandant Defforges formule ainsi :

« La pesanteur est distribuée très inégalement « sur le Globe. La loi de Clairaut, vraie dans « l'ensemble, est presque partout masquée par des « anomalies locales importantes.

« Les littoraux des diverses mers paraissent « caractérisés par des anomalies faibles et presque « constantes, variables d'une mer à l'autre.

« Les îles présentent un excès considérable de « pesanteur; sur les continents, la pesanteur est « en défaut, et ce défaut croît généralement avec « l'altitude du sol et la distance de la mer [2]. »

Voici (tableau I) quelques chiffres particulièrement caractéristiques; l'anomalie de la pesanteur g est exprimée en unités de la 5e décimale, et le signe + est affecté au cas où la pesanteur observée est plus grande que la pesanteur théorique déduite de la formule de Clairaut, et réduite avec celle de Bouguer.

[1] *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 229.

[2] *Mémorial du Dépôt de la guerre*, t. IV, Observations du Pendule, 1er fascicule, 1894.

Tableau I

Spitzberg	altitude 6m	anomalie + 88
Clermont	406	— 63
La Bérarde (Oisans	1738	—127
Bastia	20	+ 93
Batna	1050	—126
Sainte-Hélène	9	+225
Bonin-Sima	2	+326
Cap Horn	12	+ 39
Calcutta	6	— 26
Moré (Himalaya)	4696	—498
San Francisco	114	+ 7
Salt Lake City	1284	—243

Pour apprécier l'importance de ces inégalités, il suffit de considérer que celle de Moré est de plus du dixième de la variation totale entre l'équateur et le pôle.

Tableau II

Borda (1794)	$l = 0^m993827$	$g = 9^m80870$
Biot (1808-24)	0.993859	9.80889
Sabine (1827)	0.993860	9.80890
Helmert (calcul)	0.993882	9.80922
Peirce (1875)	0.993950	9.80989
Defforges (1890)	0.993960	9.80999

Il n'est pas sans intérêt de donner ici (tableau II) les résultats obtenus successivement, depuis un siècle, à Paris. La différence entre Borda et le commandant Defforges est de 129, à peu près égale à l'anomalie observée dans le massif du Pelvoux, la plus grande de France.

M. Helmert avait été conduit à exclure le résultat de M. Peirce comme ne cadrant pas avec l'ensemble : on voit combien ce nombre se rapproche de celui de M. Defforges.

D'autres méthodes ont été proposées pour l'étude de la pesanteur ou de ses variations. M. Mascart a employé un gravimètre à hydrogène, tant pour la mesure de la gravité en divers lieux que pour celle de ses variations en un même point, et M. Berget a utilisé le même appareil pour déterminer la constante de l'attraction. MM. d'Abbadie et Bouquet de la Grye ont fait, par d'autres moyens, l'étude des variations de la pesanteur en un même lieu, et M. de Jolly a employé la balance ordinaire à la recherche des variations le long d'une même verticale.

Nous n'avons pas fait entrer ces intéressants travaux dans le cadre de notre étude, parce que seules les observations du pendule fournissent une série assez étendue de résultats comparables entre eux pour permettre d'établir un ensemble de conclusions.

E. Caspari,
Ingénieur-hydrographe de la Marine,
Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

LE TISSU MUSCULAIRE DANS LA SÉRIE ANIMALE

Il est fort difficile de donner des *éléments musculaires* une définition basée sur les caractères morphologiques de ce système organique et embrassant toutes ses formes. Cette opinion, qui est exacte lorsqu'on ne considère que les Vertébrés, s'impose encore davantage si l'on tient compte des connaissances qui résultent de l'étude des tissus des animaux inférieurs; aussi nous pensons que la *contractilité*, c'est-à-dire la manifestation de la propriété essentielle de l'élément musculaire, est le seul caractère qui soit commun à tous les tissus de ce groupe.

Mais est-il possible de distinguer toujours et facilement la contractilité musculaire des mouvements protoplasmiques que manifeste le sarcode de toute cellule vivante ? Faut-il comprendre sous la dénomination de *tissu musculaire* tous les éléments doués du pouvoir de changer de dimension ou de forme, ou bien faut-il faire un choix parmi eux, et quel est alors le signe qui nous autorise à les distinguer avec certitude ?

Le protoplasma des cellules vivantes peut se mouvoir avec lenteur et en totalité dans sa masse ; c'est là un phénomène général, une simple manifestation d'une propriété des éléments anatomiques. Il peut aussi émettre des prolongements sous la forme de *pseudopodes*, de *flagellums* ou de *cils*. Ces derniers deviennent même l'apanage d'un groupe de cellules épithéliales que l'on a appelées cils vibratiles et auxquelles on donne aussi quelquefois le nom d'*épithélium moteur*. A cause de la similitude des propriétés, ce dernier groupe est celui qui est le plus difficile à distinguer des cellules musculaires.

Les caractères qui distinguent les épithéliums moteurs à cils vibratiles des épithéliums moteurs à fibrilles musculaires et des tissus musculaires en général sont les suivants : L'apparition d'un appendice moteur, pseudopode transitoire, flagellum ou cil, n'a pas entraîné de modification essentielle dans la forme de la cellule, qui appartient toujours au type épithélial. Cette partie motrice du protoplasma cellulaire ne se distingue pas par ses propriétés optiques, par ses réactions histologiques du reste du protoplasma cellulaire ; elle peut même se rétracter et se confondre alors avec le reste du protoplasma de la cellule. Enfin, si l'on réfléchit à la distribution de ces cellules à cils vibratiles dans

le règne animal tout entier et à la nature des mouvements auxquels ils peuvent donner naissance, on voit qu'il n'existe plus aucun lien entre les épithéliums moteurs et les épithéliums musculaires et qu'il est impossible de faire dériver les seconds des premiers. Les mouvements auxquels les battements des cils vibratiles donnent naissance, s'effectuent toujours à la surface d'un organe ou à la surface d'un organisme ; ils peuvent entraîner un déplacement de la cellule ou de l'association cellulaire à laquelle ils appartiennent ; ils peuvent aussi déplacer les corpuscules qui se trouvent à sa surface ; mais, par leurs mouvements, ils ne changent ni la forme ni les dimensions des organes ou des organismes dont ils font partie. Au point de vue physiologique la distinction est ainsi complète.

Le rôle des cellules à cils vibratiles tend à s'effacer de plus en plus à mesure que l'on s'adresse à des êtres plus haut placés dans la série. Il semble que le but atteint par les cellules à cils vibratiles soit réalisé par d'autres éléments anatomiques qui tendent à les suppléer d'abord, à les remplacer ensuite, et qui sont les *cellules musculaires*.

Le tissu musculaire apparaît sous forme de cellules du type épithélial dispersées en surface au milieu des éléments adaptés aux fonctions sensitives ou glandulaires dans les couches ectodermiques ou endodermiques des Cœlentérés. A cet état il est capable de modifier la surface du corps, il peut y faire apparaître des plis ; il peut aussi raccourcir un tube, modifier son calibre. Les manifestations les plus élémentaires de son pouvoir nous sont offertes par les changements d'état que peut présenter l'Hydre d'eau douce. Ce n'est que plus tard, et par suite d'une adaptation de plus en plus parfaite à une fonction déterminée, que ces cellules se groupent en organes spéciaux, en muscles qui serviront à des changements de forme des organes ou à la locomotion de l'animal. — soit que, faisant partie du derme comme chez les Mollusques, ils permettent à ces animaux des déplacements lents et réguliers, soit que, en rapport avec des leviers, comme chez les Arthropodes et les Vertébrés, ils facilitent des mouvements plus actifs et des efforts bien plus robustes. La cellule musculaire en accomplissant mieux ses fonctions s'écartera davantage de la forme de la cellule épithéliale d'où elle procède ; elle prendra de plus en plus le cachet de son rôle : elle deviendra une *fibre musculaire*.

Nous ne commencerons pas l'étude du tissu musculaire par un tableau de classification des différents états morphologiques sous lesquels il peut se montrer. Nous préférons suivre les modifications successives que la cellule de contraction présente chez les différents types de la série animale ; nous verrons ensuite s'il est possible de les rattacher à un certain nombre de formes fondamentales.

I

Si l'on considère l'élément musculaire à ses débuts, c'est-à-dire lorsqu'il apparaît à l'état de simple essai chez les types inférieurs de la série ou lorsqu'il se montre dans les premiers stades de l'évolution des Vertébrés, on voit que, dans les deux cas, le Protoplasma non différencié de la cellule l'emporte en volume sur la *fibrille* musculaire à peine ébauchée. L'élément qui plus tard deviendra un faisceau musculaire strié de Vertébré n'est représenté alors que par une cellule à noyau multiple, dite *myoformative*. Le protoplasma de cette cellule produit une fibrille à laquelle plusieurs autres ne tardent pas à s'associer jusqu'à ce que le protoplasma formateur ne soit plus représenté que par quelques traits granuleux accompagnés de noyaux. Ces états évolutifs peuvent rester permanents chez différents types d'Invertébrés.

Le tissu musculaire des Cœlentérés dérive tout entier de la cellule ectodermique à prolongements contractiles que Kleinenberg avait dénommé *cellule neuro-musculaire* et qui a été appelée depuis *cellule épithélio-musculaire* (Pl., fig. 1). Cet élément musculaire se compose d'une cellule qui porte à son extrémité profonde des prolongements en forme de fibres. Une étude attentive démontre que ces prolongements sont dus à l'existence d'une fibrille fusiforme qui s'est formée au sein du protoplasma de la cellule ectodermique. L'élément musculaire semble ainsi provenir de l'association d'une cellule et d'une fibrille, et, suivant l'importance relative de l'une ou de l'autre de ces parties, la forme générale de l'élément variera. La cellule est tantôt haute, cylindrique, munie même d'un cil, tantôt courte et pavimenteuse. Le pied de ces cellules s'étale sur un corps fusiforme dont la longueur est des plus variables et qui se distingue toujours de la masse non différenciée du protoplasma cellulaire par une homogénéité plus grande, par un état physique différent, par la forte coloration qu'elle prend sous l'influence des réactifs histologiques.

Ces cellules épithélio-musculaires peuvent rester éloignées les unes des autres, dispersées à la base des couches épithéliales ectodermiques. Elles restent bien distinctes, ne se confondent pas en faisceaux, conservent leur individualité anatomique et forment une nappe musculaire dont l'activité et l'importance physiologique peuvent s'accroître par l'apparition de plis de plus en plus profonds à sa surface (Pl., fig. 2). Quelquefois la partie épithéliale de la cellule s'atrophie, tandis que les fibrilles musculaires s'accolent et se soudent avec celles des cellules voisines, de façon à constituer une forme cellulaire nou-

velle composée de plusieurs éléments agrégés. Elles réalisent alors l'aspect que l'on rencontre dans les muscles des cloisons mésentériques des Actiniaires, où elles sont très répandues. Mais cet état n'est que secondaire et ne correspond pas à un véritable stade de l'évolution du tissu musculaire. La plupart de ces fibres sont lisses. Les stries transversales apparaissent chez les formes pélagiques. On trouve, dans les appendices du vélum des Méduses, des cellules épithélio-musculaires à fibrilles striées en travers, tandis que, dans la forme hydraire des mêmes espèces, on ne rencontre que des éléments musculaires lisses. On remarquera que l'apparition des stries correspond à une activité plus grande du tissu musculaire.

Les fibres musculaires des Vers sont aussi variées que les différents types dont la réunion constitue cet embranchement. Chez les Turbellariées, elles se rapprochent par leur aspect de la cellule conjonctive : elles sont ramifiées et forment sous les couches épithéliales et dans le parenchyme du corps un plexus de fibrilles qui émanent de ces cellules et qui sont difficiles à débrouiller. Elles réalisent ainsi une autre forme d'élément musculaire, la fibre mésenchymateuse de Hertwig, qui peut exister seule ou être annexée aux cellules épithélio-musculaires dans d'autres organismes, chez lesquels elle sert aux mouvements des appareils de la vie de nutrition.

Les Hirudinées possèdent des fibres musculaires semblables. Les éléments contractiles des Nématodes sont comparables à ceux des Cœlentérés.

Chez les Vers annelés nous rencontrons un état d'évolution plus avancé du tissu musculaire, qui résulte d'une différenciation plus complète de la cellule épithélio-musculaire. Les fibres qui constituent les tuniques musculaires des parois du corps de ces animaux varient de forme dans des limites assez grandes. On peut cependant les rapporter à deux types : les unes sont à peu près cylindriques, les autres sont nettement lamelleuses. Mais entre ces deux extrêmes il existe une série intermédiaire d'éléments plus ou moins rubanés, qui permettent de passer de l'un à l'autre. Ces fibres musculaires sont tantôt fusiformes et courtes : elles sont alors visibles dans toute leur étendue dans le champ du microscope. D'autres fois elles prennent des dimensions longitudinales beaucoup plus grandes : leurs extrémités sont rompues, et il est fort difficile d'apprécier exactement leur longueur. On peut distinguer comme partie constitutive de ces fibres une substance contractile remarquable à sa coloration intense et à son aspect homogène, et un noyau accompagné d'un corps protoplasmique plus ou moins abondant. L'existence d'une membrane d'enveloppe semble douteuse : nous pensons même que dans la plupart des cas elle n'existe pas ; c'est tout au plus si au niveau du noyau on aperçoit une mince pellicule hyaline qui semble maintenir le nucléus en contact avec l'élément auquel il appartient ; mais cette membrane rudimentaire ne tarde pas à disparaître dès que l'on s'écarte du noyau.

Lorsque ces fibres sont lamelleuses, elles montrent toujours un bord plus épais que l'autre ; le bord épais porte même une arête de renforcement, le bord mince est déchiqueté et garni de prolongements irréguliers.

La substance contractile de ces fibres est le plus souvent parfaitement homogène, et un examen attentif de pièces bien fixées montre qu'il est impossible d'y découvrir des stries tranversales ou longitudinales. On remarque, il est vrai, quelquefois un aspect spécial qui pourrait faire croire à l'existence d'une grossière striation transversale. Les réactifs colorants, et en particulier l'hématoxyline, font voir, en effet, des segments alternatifs, clairs et sombres, qui donnent à la fibre une apparence plutôt zébrée que striée ; il est facile de remarquer que ces fausses striations correspondent à de véritables épaississements de la substance musculaire et doivent être considérées comme des ondes de contraction n'ayant rien de commun avec les stries transversales des muscles des Arthropodes et des Vertébrés (Pl., fig. 3).

Les éléments musculaires sont cependant striés chez quelques Vers annelés. On en trouve un très bel exemple chez la *Protula intestinum* (Pl., fig. 4). Les fibres lamelleuses de la région postérieure du corps de cette espèce offrent une véritable striation, tantôt transversale, tantôt oblique, toujours bien régulière et bien indiquée surtout dans les régions sombres de la fibre. Ces stries sont très fines, ne se distinguent bien qu'avec l'aide de forts grossissements. On remarque que, ici encore, la présence de ces stries correspond à une contraction brusque. Les Annélides tubicoles du type des Protules sont, en effet, remarquables par la vitesse avec laquelle elles contractent leur abdomen et s'enfoncent dans leurs tubes.

Cet exemple de striation transversale n'est pas unique chez les Vers ; nous rappellerons celui des fibres musculaires longitudinales des Chétognathes, où l'on trouve des striations transversales aussi nettes et aussi fines que les précédentes. Il s'agit ici encore d'un groupe dont les représentants appartiennent à la faune pélagique et mènent par conséquent une vie active.

Les fibres musculaires des Annélides ont toujours des directions parallèles ; il en résulte qu'elles ont beaucoup de tendance à former des lames ou des étuis contractiles, dont l'épaisseur

peut s'accroître par l'apparition de plis, qui finissent par décomposer la couche primitive en groupes distincts, qui deviennent tout autant de muscles. Le plus souvent la fibre s'est complètement dégagée de la cellule épithéliale génératrice ; sa nature et sa filiation sont donc difficiles à établir chez l'adulte. Elle peut aussi contracter avec l'épithélium des parois du corps, dans certains cas du moins, des rapports curieux et difficiles à expliquer ; les extrémités libres des fibres musculaires peuvent se continuer avec les pieds des cellules épithéliales, soit directement par la base effilée de la cellule, soit par l'intermédiaire d'un renflement creusé en calice, dans lequel la cellule est implantée. Cette disposition a été décrite chez plusieurs Vers annelés et chez les Arthropodes.

Enfin le groupe des Syllidiens est remarquable par les fibrilles striées qui garnissent la paroi de la trompe de cette famille ; il est encore difficile de bien comprendre la nature exacte de ces éléments et la place qu'il est possible de leur assigner dans les tissus musculaires.

II

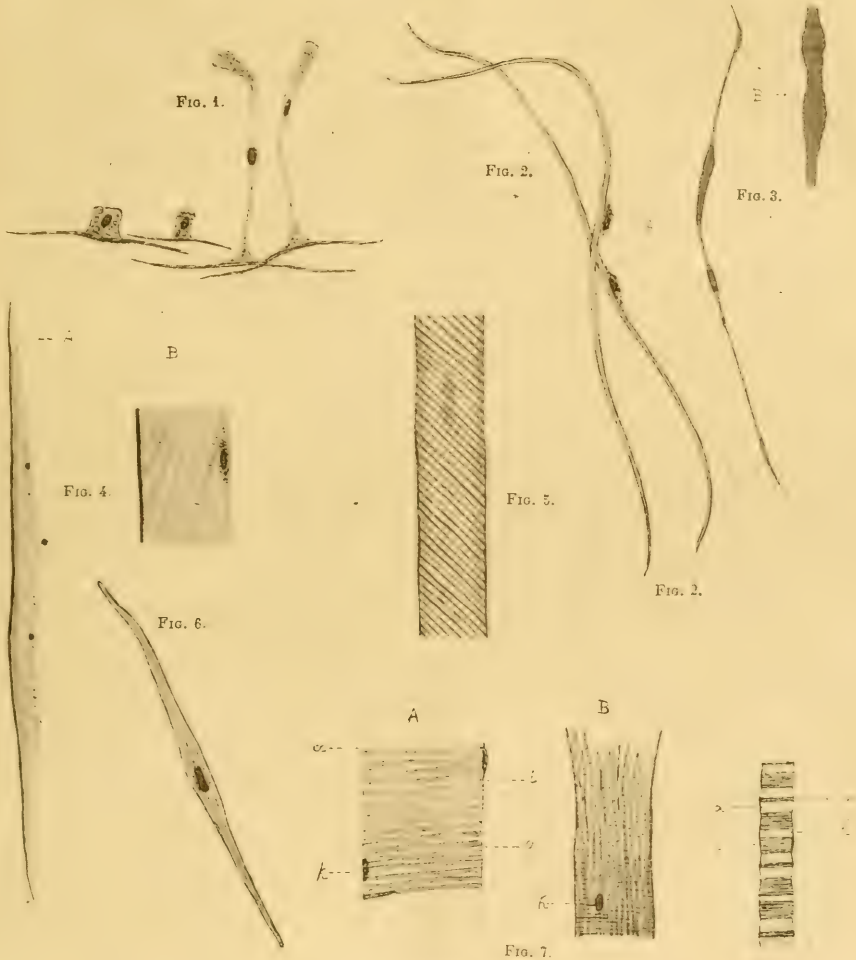
Chez les Mollusques, le système musculaire n'est pas constitué par des fibres arrangées parallèlement, mais par des éléments disposés en réseau formant dans le derme une couche musculaire difficile à dissocier. Ces fibres sont cylindriques, fusiformes, très longues, et, au lieu de se terminer en pointe, elles se pénicillent à leur extrémité, indiquant ainsi leur structure fibrillaire. Elles sont unicellulaires et sont formées d'une gaine épaisse et réfringente de substance contractile disposée autour d'un axe sarcodique granuleux, riche en glycogène et où se trouve logé le noyau. La substance contractile tantôt entoure le noyau, tantôt occupe un seul côté de la fibre. La disposition des fibrilles peut aussi se modifier d'une autre façon ; au lieu d'être disposées en faisceaux parallèlement à la direction générale de la fibre, elles prennent quelquefois une direction oblique, de sorte qu'elles décrivent autour de l'axe de véritables tours de spire, tantôt lâches et dessinant, sur la fibre des stries obliques, tantôt serrées au point que l'élément musculaire offre l'apparence des faisceaux musculaires striés (Pl., fig. 5). Elles réalisent ainsi un type particulier de *tissu musculaire à fibrilles spiralées* qui est assez répandu chez les Lamellibranches, où, dans plusieurs genres, il constitue les muscles adducteurs des valves, et aussi chez les Gastéropodes et les Céphalopodes. Le véritable tissu musculaire strié est donc rare chez les Mollusques ; on le rencontre cependant dans les muscles du *Pecten jacobeus*, où la finesse de la striation transversale égale celle des mêmes tissus chez les Mammifères.

La striation transversale, qui est exceptionnelle dans les formes précédentes, devient la règle chez les Arthropodes. Dans les tuniques musculaires de l'intestin des Insectes, les éléments de contraction sont représentés par des fibres en forme de bandelettes striées en travers, qui se divisent à leurs extrémités et vont s'anastomoser avec des prolongements semblables de fibres voisines, formant ainsi une sorte de réseau musculaire. Ces fibres sont pourvues d'un noyau placé en dehors de la substance contractile dans une masse protoplasmique qui accompagne l'élément. Les muscles de la vie de relation sont constitués chez les Arthropodes par de grosses fibres qui correspondent entièrement par leur structure aux faisceaux striés primitifs des muscles des Vertébrés. Leur étude peut donc se confondre avec celle de ces derniers.

Le tissu musculaire des Vertébrés se divise en deux groupes bien distincts suivant qu'il appartient aux organes de la vie de nutrition ou qu'il fait partie des muscles de la vie de relation. Dans le premier cas, les éléments constitutifs de ce tissu se laissent facilement ramener à la forme cellulaire ; dans le second la cellule myoformative primitive a proliféré, son noyau s'est multiplié et les individualités nucléaires qui ont résulté de sa prolifération sont restés réunis sous une même enveloppe cellulaire, constituant ainsi une cellule volumineuse polynucléée, qui est devenue le faisceau strié primitif.

Les éléments musculaires à un seul noyau sont représentés par les fibres de la tunique intestinale et par celles qui font partie du myocarde (Pl., fig. 6). La cellule musculaire des parois de l'intestin est fusiforme ; elle offre des stries longitudinales qui correspondent à des fibrilles disposées autour du noyau à la façon d'une enveloppe corticale. Les éléments du muscle cardiaque dérivent de cette forme cellulaire, mais ils en diffèrent par la présence d'une striation transversale des plus nettes. Les fibres musculaires du cœur de la grenouille peuvent servir de forme de passage ; elles sont fusiformes, composées de fibrilles qui tendent à se dissocier, à se diviser en pinceau à chacune de leurs extrémités. Ces fibrilles sont de longueurs inégales et disposées irrégulièrement chez les autres Vertébrés ; il en résulte que l'aspect de l'élément peut être complètement changé sans que sa constitution essentielle soit différente.

Le système musculaire de la vie de relation se présente chez les Vertébrés avec des caractères tellement différents que, si l'embryogénie ne nous venait pas en aide, il serait fort difficile de rattacher les grosses fibres qui le constituent aux élé-



LÉGENDE

Fig. 1. *Cellules épithélio-musculaires des tentacules de* Sagastia parasitica (d'après Hertwig). — Fig. 2. *Deux cellules musculaires de l'ectoderme du plateau buccal d'*Anthea cereus (d'après Hertwig). — Fig. 3. *Fibres musculaires de l'*Hermione hystrix : A, vue d'ensemble de la fibre avec ses épaississements au niveau des ondes de contraction; B, un des nœuds de contraction montrant la fausse striation transversale. — Fig. 4. *Fibre lamelleuse de* Protula intestinum : A, ensemble de la fibre; B, striation vraie que cette fibre présente lorsqu'on l'observe à un fort grossissement. — Fig. 5. *Segment d'une fibre musculaire à fibrille spirallée de* Sepiola Rondeletii (d'après Ballowitz). — Fig. 6. *Fibre musculaire lisse ou fibre-cellule montrant le noyau central et la striation longitudinale* (d'après Ranvier). — Fig. 7. A, *Faisceau strié primitif des muscles de l'Homme* (fragment montrant les stries transversales) : *a*, stade anisotrope ou disque épais; *i*, strie isotrope montrant, au milieu, le disque mince *q*; *k*, noyau. B, *Faisceau musculaire de la Grenouille, divisé en fibrilles : k*, noyau (d'après Prohr). — Fig. 8. *Fibrille de l'aile de l'*Hydrophile, *dissociée par la demi-dessiccation après un séjour de vingt quatre heures dans l'alcool au tiers;* coloration à l'hématoxyline : *c*, disque épais; *m*, disque mince; *a*, espace clair; *h*, strie intermédiaire. Gross. : 2.000 diam. (d'après Ranvier).

LE TISSU MUSCULAIRE DANS LA SÉRIE ANIMALE

(Article de M. Ét. Jourdan)

Imp. phot. Alfred ARON, 30, rue Lebrun, Paris.

ments dérivés des cellules que nous venons de décrire. Ici, comme chez les Arthropodes, le faisceau strié primitif provient de cellules dites myoformatives dont le protoplasma édifie des fibrilles très fines, qui se présentent, dès qu'elles apparaissent, avec des stries transversales très nettes. Ces fibrilles restent en contact, et, à mesure que les dimensions de la cellule augmentent, le nombre des noyaux s'accroît aussi par division du noyau primitif, de telle sorte que l'élément musculaire finit par être constitué par une grosse fibre à noyaux multiples encombrée de fibrilles musculaires. Cet élément nouveau a pris le nom de *faisceau strié primitif* (Pl., fig. 7). Ces fibres diffèrent des éléments des autres tissus par leur volume considérable, puisqu'on avait même admis que dans certains muscles elles allaient d'une extrémité à l'autre de l'organe. On leur accorde aujourd'hui des dimensions moins considérables, et l'opinion précédente n'est plus admise que pour les muscles courts ne dépassant pas 3 à 4 centimètres; lorsqu'ils constituent des muscles plus volumineux, les faisceaux striés se terminent dans la masse musculaire par des extrémités en pointe; mais ces dimensions longitudinales peuvent aussi dans ce cas s'accroître et aller, d'après quelques auteurs, jusqu'à 12 centimètres. Leur épaisseur, bien moins grande, varie également entre 15 et 150 millièmes de millimètre.

On décrit à ces faisceaux striés une membrane d'enveloppe qui porte ici le nom de *sarcolemme*. On rencontre dans leur épaisseur des noyaux nombreux dispersés au sein de l'élément ou situés immédiatement au-dessous du sarcolemme. Le protoplasma édificateur de la fibre a presque complètement disparu et la substance musculaire est constituée par des fibrilles qui donnent au faisceau primitif une situation longitudinale bien nette. Chacune de ces fibrilles est composée de tranches qui ont des propriétés optiques différentes. Les parties également réfringentes de chaque fibrille occupant les mêmes niveaux dans l'élément, il en résulte que le faisceau tout entier est zébré de stries transversales alternativement claires et foncées. Ce dessin se montre avec beaucoup de netteté chez les Arthropodes, à cause de la grande épaisseur des stries. On a pu alors, en appliquant à leur étude les matières colorantes et la lumière polarisée, distinguer des bandes transversales foncées, très sensibles à l'action des teintures employées en histologie, et d'autres claires, réfractaires aux mêmes agents. Ces stries se succèdent régulièrement d'une extrémité de la fibre à l'autre dans l'ordre suivant (Pl., fig. 8) : à une *bande foncée*, appelée aussi *disque épais*, succède une *bande claire*, divisée en deux par un petit espace qui offre les mêmes caractères que le *disque épais;* c'est le *disque mince*. Enfin, des lentilles suffisamment puissantes laissent distinguer, au milieu du *disque épais*, un mince espace clair appelé *strie intermédiaire*. On a pu ainsi établir la succession suivante : un *disque mince*, une *bande claire*, un *demi-disque épais*, une *bande claire* ou *strie intermédiaire*, un *demi-disque épais*, une *bande claire*, un *disque mince*, et ainsi de suite. La substance musculaire se trouve ainsi divisée à l'infini et les moindres changements de forme de chacune de ces particules entraîne des modifications immédiates de la totalité de l'élément.

Les faisceaux striés primitifs des Arthropodes et des Vertébrés représentent sans doute le degré ultime d'adaptation du protoplasma cellulaire aux fonctions motrices.

III

Si nous voulons maintenant établir une classification des tissus musculaires, nous voyons qu'une division naturelle semble s'imposer à l'esprit comme conséquence du travail d'analyse que nous venons de faire.

Les tissus de contraction peuvent se rattacher de près ou de loin à la forme cellulaire du type *épithélio-musculaire;* ils représentent ainsi un premier groupe de tissus musculaires. Ces éléments peuvent aussi réaliser d'emblée le type fibrillaire : la cellule myo-formative évolue alors rapidement chez l'embryon, elle est difficile à saisir ou échappe même complètement chez l'adulte ; ils forment le second groupe dans cette première catégorie d'éléments musculaires.

Si nous considérons maintenant les origines de ces tissus, nous voyons que, lorsque la cellule musculaire prend naissance chez l'embryon aux dépens de l'ectoderme ou de l'endoderme, ou même du mésoderme épithélial, elle a conservé souvent de son origine un cachet qui l'éloigne de la cellule conjonctive et qui en fait quelque chose de spécial : elle se rattache directement à l'élément épithélio-musculaire, soit que ces caractères se montrent chez l'adulte, par exemple chez les Cœlentérés, les Echinodermes et les Annélides, soit que l'on arrive à saisir les stades de cette évolution chez l'embryon : la substance contractile de l'élément se présente alors comme une partie surajoutée au protoplasma de la cellule, annexée à lui, pour ainsi dire, au début, finissant par l'encombrer ensuite.

Lorsque la cellule musculaire dérive des éléments migrateurs qui se sont séparés hâtivement des feuillets épithéliaux de l'embryon, le protoplasma tout entier de la cellule a acquis la faculté musculaire sans que nous voyions se séparer de lui, au moins dans la plupart des cas, une partie.

une fibrille plus spécialement contractile : d'où la difficulté de distinguer ces éléments des cellules fixes du tissu conjonctif; il suffit, pour adopter cette opinion, de penser aux fibres musculaires des Mollusques, à celles des parois des artères et de l'intestin des Vertébrés.

Que l'on adopte ou non les idées de Hertwig en embryologie, on est bien obligé de reconnaître qu'elles facilitent la classification des tissus musculaires, et que ceux-ci peuvent présenter un *type épithélial* ou un *type conjonctif :* d'où la classification admise par plusieurs zoologistes, qui divisent les tissus musculaires en *tissus musculaires épithéliaux* et *tissus musculaires mésenchymateux*. Nous voyons seulement des phénomènes secondaires d'adaptation à des fonctions semblables faire converger vers une forme commune des éléments bien distincts à l'origine; c'est ainsi que les stries transversales qui décomposent la substance contractile en particules susceptibles de changer de forme plus rapidement, se montreront en même temps que nous verrons se manifester des contractions brusques.

Ces striations apparaissent dans les fibres musculaires, d'une façon tout à fait indépendante de leurs origines; leur existence est liée à la vigueur et à la rapidité de la contraction : elles ne sont en rapport ni avec la forme, ni avec les relations de parenté de l'élément qui les possède, mais elles nous en révèlent les propriétés physiologiques et sont l'indice d'une adaptation plus parfaite.

Et. Jourdan.

Professeur à la Faculté des Sciences
et à l'École de Médecine de Marseille.

L'INDUSTRIE DES SUIFS COMESTIBLES ET INDUSTRIELS

L'industrie des suifs se rapporte au groupe des industries dites *préparatoires*, dont le but principal est de fournir à d'autres industries, plus spéciales, leur matière première. Les divers produits que les fondeurs de suif livrent au commerce sont destinés à la fabrication des chandelles et des bougies, à la savonnerie, à la parfumerie et à la corroierie, au graissage des essieux de voiture et des grosses pièces mécaniques, enfin à la fabrication du beurre artificiel.

Ces produits dérivent des substances vulgairement désignées sous le nom de *corps gras*. Ces corps sont des glycérides ou éthers de la glycérine.

La glycérine étant représentée par la formule

$$C^3H^5 OH^3,$$

on peut remplacer chacun de ses 3 groupes OH par le radical monoatomique d'un acide. Si, par exemple, on introduit ainsi trois fois dans la molécule de la glycérine le radical $C^{16} H^{31} O^2$ de l'acide palmitique, on obtient un éther gras : le tripalmitate de glycérine :

$$C^3H^5(C^{16}H^{31}O^2)^3.$$

Cet éther existe dans la graisse du bœuf et celle du mouton. Cette graisse est, en réalité, un mélange de plusieurs éthers constitués semblablement par la combinaison de la glycérine avec un acide particulier. Les acides qui, dans le suif, se trouvent unis à la glycérine, sont :

1° l'acide palmitique.....	$C^{16}H^{32}O^2$
2° l'acide margarique.....	$C^{17}H^{34}O^2$
3° l'acide stéarique.....	$C^{18}H^{36}O^2$
4° l'acide oléique.....	$C^{18}H^{34}O^2$

Ils forment respectivement :

1° le tripalmitate de glycérine ou	*tripalmitine*
2° le margarate de glycérine ou	*margarine*
3° le stéarate de glycérine.. .. ou	*stéarine*
4° l'oléate de glycérine..... ou	*oléine*

Le suif est donc un mélange de tripalmitate, de margarate, de stéarate et d'oléate de glycérine.

Tandis que la constitution des acides palmitique, stéarique et oléique semble aujourd'hui bien fixée, il ne semble pas permis d'affirmer que l'acide margarique représente un composé du même ordre; peut-être la matière ainsi appelée et qui correspond à la formule brute $C^{17}H^{34}O^2$ est-elle, en réalité, un mélange de plusieurs acides voisins.

La margarine, qui est le glycéride de cette substance, est solide à la température ordinaire; il en est de même de la tripalmitine et de la stéarine. L'oléine pure est, au contraire, liquide : c'est elle qui constitue la majeure partie des huiles, notamment de l'huile d'olive. Plus sa proportion est grande dans un suif, plus ce suif est mou.

C'est sur le phénomène de la *saponification* que reposent toute la chimie et l'industrie des corps gras; ce phénomène consiste en ceci : Quand on traite ces substances par un alcali, on unit à cet alcali l'acide qui était combiné à la glycérine et l'on met celle-ci en liberté.

On peut aussi, en faisant agir un acide minéral sur les corps gras, l'unir à leur glycérine et mettre en liberté les acides gras.

Ce sont là les réactions fondamentales utilisées dans toute l'industrie qui sera décrite ici.

(La Direction).

I. — Historique

L'emploi du suif des animaux pour l'éclairage est fort ancien. La *candela* des Romains était une sorte de torche que l'on obtenait en plongeant dans du suif fondu la moelle de certains végétaux. Les Celtes et les Gaulois savaient faire des chandelles de suif avec mèche de lin ou de chanvre; vers le milieu du XIe siècle, ces fibres furent remplacées par la mèche de coton. L'éclairage par la chandelle constituait déjà un progrès sur l'éclairage par l'huile et par les torches de résine. Les statuts des chandelliers de Paris et une ordonnance du XIIIe siècle concernant leur corporation témoignent de l'importance qu'avait alors la fabrication des chandelles et montrent qu'à cette époque on savait préparer la chandelle *plongée* et la chandelle *coulée*.

En 1815, Braconnot et Simonin tentèrent de faire des chandelles plus dures et moins sujettes à couler, en employant seulement la partie la plus solide du suif, qu'ils arrivaient à séparer de l'oléine au moyen de l'essence de térébenthine. Cette tentative n'eut pourtant aucun succès industriel.

En dehors de son emploi pour l'éclairage, le suif trouvait quelques débouchés dans les savonneries du Nord; mais il n'a pris réellement de l'importance, au point de vue industriel, que vers 1836, grâce aux beaux travaux de Chevreul sur les corps gras, véritable point de départ de l'industrie stéarique; et il est à remarquer que toutes les découvertes, tous les perfectionnements qui ont été réalisés dans cette industrie sont dus à des savants français : Chevreul, Gay-Lussac, Cambacérès, de Milly et Motard, Frémy, Bouis, Dreux, Hugues, Michaud. L'industrie stéarique, créée en France, fut très florissante jusque vers 1873; mais ensuite elle n'a pu se développer comme à l'Étranger, par suite et des conditions économiques qui pèsent sur notre industrie en général et d'une législation spéciale qui affecte la stéarinerie depuis 1874.

L'acide oléique et la glycérine, produits secondaires de la fabrication des bougies stéariques, ont trouvé (le premier dans la savonnerie) de nombreux débouchés, qui ont contribué à maintenir la valeur commerciale du suif. Il faut néanmoins reconnaître que des causes nombreuses et puissantes tendent à diminuer l'importance de l'industrie du fondeur de suif et la valeur de la matière première qu'il emploie. La bougie stéarique, qui constituait un progrès très notable sur la chandelle de suif, voit, en effet, sa consommation se restreindre de plus en plus par suite du développement qu'a pris l'éclairage par le gaz, par l'électricité, et surtout de l'importation de plus en plus considérable des huiles minérales, américaines et russes, destinées à l'éclairage.

Dans le domaine industriel, la découverte de la saponification sulfurique, permettant d'employer, pour la fabrication des bougies, les huiles de palme concurremment avec le suif, l'emploi en savonnerie des huiles de koprah, l'extraction de la glycérine des lessives des savonniers et l'invention de nouveaux explosifs restreignant les débouchés que trouvait la glycérine dans la fabrication des dynamites, pèsent lourdement sur le cours du suif.

Si la dépréciation de la valeur du suif ne s'est pas manifestée d'une façon plus désastreuse en présence de tant de facteurs défavorables, il faut en chercher la cause dans la découverte de la margarine par Mège-Mouriès (1869), découverte qui a ouvert au suif des débouchés extrêmement importants, en créant l'industrie des suifs comestibles et de la margarine, et qui seule peut s'opposer à l'extrême abaissement du prix du suif.

Loin de protéger cette industrie de la margarine, de ce beurre de bœuf, qui rend tant de services à l'alimentation, on a vu les Pouvoirs publics, incités par la coalition des intérêts agricoles, chercher à entraver le développement de cette industrie, espérant ainsi relever les prix des produits de la laiterie, et par suite, la valeur des fermages.

Sans cesse menacée dans ses intérêts, toujours sous le coup de projets liberticides, l'industrie de la margarine n'a pu se développer en France comme elle l'a fait au delà de nos frontières : les fabriques les plus importantes ont pris le parti de se transporter à l'Étranger, d'autres ont fermé, et cette industrie, qui, tout en consommant une grande quantité de lait, ouvrait à la partie la plus importante des abats, — le cinquième quartier, — des débouchés grâce auxquels le prix du suif de boucherie pouvait se maintenir à un taux rémunérateur pour l'agriculteur et l'éleveur, tend de plus en plus à périclitter dans le pays même où elle avait pris naissance.

La fabrication des saindoux composés, pouvant concourir par leur bon marché avec les lards compounds des Américains, était devenue assez importante en France et avait ouvert de nouveaux débouchés aux suifs comestibles. Les droits de 48 francs par 100 kilogrammes qui frappent les graisses alimentaires additionnées d'huiles végétales à leur entrée dans Paris arrêteront le développement de cette industrie, et le cours du suif, qui ne pouvait se relever qu'en raison directe de l'importance des débouchés du suif comestible, continuera à baisser (il est aujourd'hui à 55 francs).

La découverte de Mège-Mouriès, en créant l'industrie de la margarine et des suifs comestibles, a modifié notablement l'industrie du fondeur de suif. Jusqu'en 1886 les fondeurs de suif (exception faite pour quelques-uns) se bornaient à préparer sous le nom de Suif aux cretons, Suif à l'acide, Suif de place, petits Suifs, etc., la matière pre-

mière destinée à la stéarinerie et à la savonnerie. La découverte de la margarine, la baisse continue du cours du suif à fabrique décidèrent les fondeurs de suif à s'outiller pour la fabrication des suifs comestibles, de l'oléo et de la margarine.

Le moment était d'autant plus propice que le prix élevé du beurre leur permettait d'écouler avantageusement leurs produits, le prix du suif en branches, réglé sur le cours du suif à fabrique, étant tombé à un prix incroyable de bon marché.

La même transformation de l'industrie du fondeur de suif eut lieu à l'Étranger, notamment en Hollande, et aux États-Unis, mais sur une échelle beaucoup plus vaste : car cette industrie n'a pas eu à compter avec les tracasseries qui, sous prétexte de protéger l'Agriculture, sont faites en France aux fabricants de margarine.

Nous prendrons comme type, pour la description de l'industrie du fondeur de suif, un fondoir produisant le suif comestible et le suif à fabrique.

II. — Suifs comestibles

Les Suifs comestibles comprennent un ensemble de dérivés du Suif de boucherie, dit *suif en branches* : les premiers jus, l'Oléo-Margarine et la Margarine.

§ I. — Premier traitement du Suif en branches.

Le *suif en branches* provient de l'abatage des animaux de boucherie et fait partie du cinquième quartier, constitué par la peau, la tête, les cornes et le suif. Les lieux de production du suif en branches sont : 1° les abattoirs municipaux ; 2° les abattoirs particuliers ; 3° les boucheries.

On distingue deux sortes de suif en branches : celui qui provient directement de l'abattoir et celui qui est fourni par les étaux des bouchers. Le premier est généralement en gros morceaux, d'une couleur blanc-rosé, opalin, d'odeur franche et de saveur fraîche ; il est supérieur au suif d'étal, tant au point de vue de la fraîcheur et de la qualité que du rendement ; mis de suite en fabrication, il n'a pas le temps de prendre le goût de suif : il convient pour la production des suifs comestibles de première qualité.

Le suif d'étal est en petits morceaux ; il est ordinairement inférieur comme fraîcheur au suif de l'abattoir, parce qu'il séjourne chez les bouchers avant le ramassage par les voitures des fondeurs. Dans les grandes villes, le suif des étaux est recueilli tous les jours par les garçons fondeurs ; dans les villages ou centres peu importants, le suif n'est enlevé qu'une ou deux fois par semaine.

Le fondeur paie le suif en branches à raison de 70 °/₀ de rendement sur le cours officiel du suif frais fondu ; le suif en branches donnant en moyenne un rendement en suif fondu de 80 °/₀, cet écart de 10 °/₀ constitue la rémunération des frais de fabrication et le bénéfice du fondeur. Ainsi, le suif fondu étant coté 56 fr. 50 les 100 kil., et le rendement accordé étant de 70 °/₀, le prix du suif en branches ressort à 39 fr. 55.

Le fondeur fabricant de margarine se base généralement, pour établir son prix d'achat du suif en branches, sur les prix auxquels il a vendu ses produits le mois précédent, défalcation faite de ses frais généraux, ainsi que de ses frais de main-d'œuvre et d'enfûtage.

Dans les centres où l'industrie des suifs comestibles a une certaine importance, l'organisation du fondoir a pour base la participation des bouchers, qui s'engagent à livrer leurs suifs moyennant un prix approximatif fixé à l'avance. A la fin de l'année, défalcation faite des frais généraux, des intérêts payés aux actionnaires et de 5 °/₀ des bénéfices attribués au personnel, les bénéfices nets résultant des opérations du fondoir sont répartis entre les bouchers participants, et ce au prorata de leurs fournitures de suif pendant l'année. Cette organisation est celle du Fondoir Central de Paris. L'industrie du fondeur de suif est représentée par le Syndicat Général des Corps Gras, qui compte quatre cents adhérents, et il existe une société de secours mutuels pour les ouvriers fondeurs de suif.

Fondoirs. — Le suif en branches, après avoir été épluché à l'abattoir, est porté au fondoir, où l'on procède au triage des morceaux et à la sélection des différentes sortes de suif.

Le suif de mouton, ayant une odeur *sui generis* trop prononcée, et le suif de veau, s'altérant trop facilement, n'entrent pas comme matière première dans la fabrication de la margarine. Ces deux sortes de suifs éliminées, on choisit les morceaux provenant de la *toile*, du *ratis*, du *millet*, destinés à fournir une qualité supérieure. Les autres morceaux, mélangés avec les belles parties du suif d'étal, servent à fabriquer une qualité également fraîche, mais secondaire comme finesse de goût.

Fabrication du premier jus. — Sous le nom de premier jus, on désigne le suif obtenu par fusion, à basse température, des suifs en branches frais. Cette dénomination est réservée aux suifs débarbarrassés de tripalmitine et de stéarine et destinés à l'alimentation et à la fabrication de l'oléine.

Les morceaux de suif, une fois triés, sont portés dans un atelier spécial, fortement aéré, où ils subissent une dessiccation partielle, qui a pour effet de conserver le suif frais jusqu'au moment de la mise en fabrication. En Amérique et dans quelques fondoirs français, le suif, après triage, est jeté dans des bacs d'eau glacée, et lavé à plu-

sieurs reprises pour enlever le sang et les impuretés.

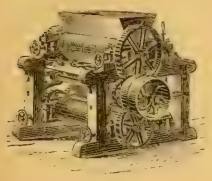


Fig. 1. — *Hacheur-broyeur.* Modèle de MM. Boyer frères.

Au moment de sa mise à la fonte, le suif est divisé en petits fragments par une machine à hacher, puis soumis à un broyage qui réduit le suif en une sorte de pulpe, de sorte que la graisse peut se séparer des cellules graisseuses et des membranes, par la fusion.

La figure 1 représente le système de hacheur-broyeur le plus usité. Cet appareil, placé au-dessus des cuves de fusion, est monté sur une boite en fonte et formé de quatre cylindres superposés; les deux cylindres supérieurs sont armés de grosses dents aiguës; les cylindres inférieurs ont une denture plus fine; ils sont animés d'un mouvement de rotation différentiel. Le suif, déchiqueté et écrasé par son passage entre les cylindres, est détaché par des raclettes et tombe dans la cuve à fondre.

La fusion du suif broyé s'opère dans une cuve en bois de sapin blanc munie d'un serpentin - barboteur en fer étamé reposant sur le fond. Un robinet-genouillère, pourvu à son extrémité d'une crépine, et une bonde complètent l'appareil (fig. 2, récipient supérieur).

La cuve, étant remplie d'eau jusqu'au tiers de sa hauteur et chargée du suif provenant des broyeurs, est chauffée au moyen du barbotteur de vapeur. Afin d'éviter la surchauffe de la graisse et d'activer la fonte, l'ouvrier fondeur remue continuellement la masse du suif au moyen d'une sorte d'aviron en bois. Sous l'action de la chaleur, la graisse fond et vient surnager, tandis que les cellules et les membranes se déposent.

Dans quelques usines on procède, durant la fonte, à un lavage de la graisse, en changeant l'eau de la chaudière à plusieurs reprises. La graisse fondue est décantée, au moyen de la genouillère, dans un bain-marie placé au-dessous de la cuve de fusion, comme le représente la figure 2. Ce bain-marie est formé d'une cuve en fer étamé munie d'un robinet de vidange fixé un peu au-dessus du fond, pour permettre l'écoulement de la graisse. Cette cuve est placée dans une double enveloppe en bois formant bain-marie, chauffé, au moyen d'un barboteur de vapeur, à environ 60 degrés.

Pour aider à la séparation et à la précipitation des débris de membranes et des impuretés retenues dans la graisse fondue, l'ouvrier y projette soit du sel marin, soit des mélanges de sels alcalins et de sel marin. Après deux heures de repos, environ, la graisse étant bien clarifiée, on la fait s'écouler par le robinet situé au-dessus du fond du bain-marie, soit dans des jalots, soit dans des fûts préalablement déodorisés par la vapeur, si elle est destinée à la vente comme premier jus. Les impuretés sont évacuées par le robinet de vidange fixé au fond de l'appareil, et mises de côté pour servir à la fabrication du suif industriel.

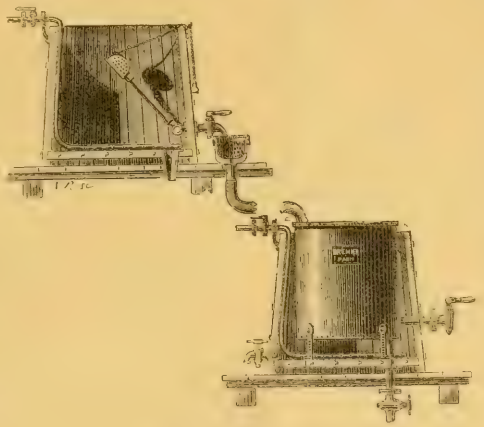


Fig. 2. — *Appareil pour la fonte des premiers jus.* Modèle de M. Bréhier.

Afin d'éviter l'entraînement, par le barboteur, des corps étrangers tels que l'huile et le mastic provenant des joints du générateur, tels aussi que les gaz provenant des matières en décomposition de l'eau de la chaudière, M. Bréhier a construit un système de cuve chauffée au moyen d'un courant de vapeur circulant dans une double enveloppe (fig. 3). La fonte du suif en branches se fait directement sans eau, on évite ainsi les pertes de graisse qui, dans le système précédent, se produisent pendant l'écoulement de l'eau. La fonte au moyen de

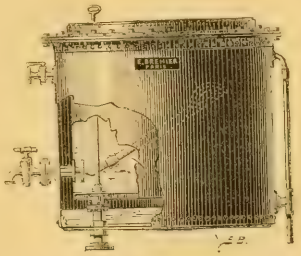


Fig. 3. — *Cuve Bréhier chauffée par un courant de vapeur d'eau circulant dans une double enveloppe.*

cette cuve ne supprime pas l'emploi du bain-marie reposoir.

Pour les belles qualités de premier jus, la température de fusion ne dépasse pas environ 60 degrés; pour les qualités secondaires, la température peut être portée jusqu'à l'ébullition de l'eau.

Quel que soit le système de cuve à fondre employé, la fonte des suifs comestibles ne se fait jamais à feu nu, afin d'éviter un goût de cuit qui rendrait la graisse impropre à l'alimentation.

Lorsque le premier jus doit servir à la fabrication de l'Oléo, il est, au sortir du bain-marie de repos, réparti dans des bacs d'une contenance d'environ 50 kilos, que l'on porte immédiatement dans une chambre chauffée à 38 degrés et tenue à l'abri de tout courant d'air.

On l'abandonne au repos, dans ces conditions, pendant 48 heures; la matière grasse cristallise, c'est-à-dire que la stéarine se solidifie, tandis que l'oléine, fluide à la température de la chambre chaude, reste englobée dans les particules concrètes de stéarine. La masse prend alors un aspect grenu tout différent du suif refroidi brusquement; dans cet état, le premier jus est apte à subir la pression, qui a pour but de séparer l'oléine de la stéarine.

Usage des premiers jus. — Les premiers jus sont grenus, de couleur jaune, ils ont la saveur agréable de la graisse fraiche; ils ne laissent pas à la dégustation la saveur *sui generis* du suif. Ils trouvent des débouchés importants dans la fabrication de l'oléine et des saindoux factices, surtout en ce qui concerne les premiers jus de mouton.

Depuis quelques années, les Américains, ayant besoin de trouver des débouchés pour les quantités considérables d'huile de coton comestible qu'ils produisent, ont, en effet, employé les premiers jus de mouton et de bœuf pour solidifier cette huile, qu'ils sont parvenus à blanchir. Ce mélange, additionné de saindoux, constitue le lard *compound*, qui, grâce à son bon marché, a trouvé des débouchés considérables, soit comme saindoux artificiel, soit comme graisse à friture. En France, la production des saindoux étant peu importante, on emploie également les premiers jus de mouton pour fabriquer, par mélange avec des *steam lards* et des huiles de coton, de sésame ou d'arachide, des saindoux factices vendus sous les dénominations de « saindoux de fabrique », « graisse ménagère ».

Le rendement du suif en branches en premier jus est variable. Il est en fonction de l'état de l'animal abattu, de l'état de siccité du suif. Le rendement moyen est environ de 70 % pour le suif de bœuf; il est un peu moins élevé pour le suif de mouton et de veau.

§ II. — Fabrication de l'Oléo.

Le premier jus est constitué par deux glycérides, l'un concret, la *stéarine*, l'autre liquide à 38 degrés, huileux, l'*oléine*, qui se sont déjà séparés par le fait de la cristallisation du premier jus. Ce mélange ayant un point de fusion trop élevé pour convenir à la fabrication de la margarine, il faut en retirer la partie huileuse qui constitue l'oléo [1].

Par ses propriétés physiques et organoleptiques, l'oléo offre une grande analogie avec la graisse du beurre; et c'est la seule partie du premier jus qui convienne pour la fabrication du beurre artificiel: on l'isole de la stéarine au moyen de la presse hydraulique. A cet effet, le premier jus venant de la chambre chaude où il a cristallisé, est réparti, à raison d'environ un kilo, dans des serviettes de forte toile, que l'ouvrier plie de façon que la matière grasse enfermée dans le tissu forme un gâteau de 18 centimètres × 20 et d'environ 1 centimètre d'épaisseur. Les serviettes ainsi garnies sont disposées par 4 ou 6 sur une forte plaque de tôle étamée, chauffée préalablement à 50 degrés, qui recouvre le plateau de la presse.

Sur chaque rangée de 4 ou 6 gâteaux, l'ouvrier place une plaque de tôle étamée, qu'il sort d'un bain d'eau maintenu à 50 degrés. Lorsque la presse est montée, elle comporte 160 à 200 gâteaux, qui sont maintenus entre les plaques chaudes par des guides passant entre des glissières. Le montage de la presse doit être fait rapidement; l'opération exige le concours de trois ouvriers.

La séparation de l'oléo commence au cours du chargement; sous l'action de la chaleur et du poids des plaques de tôle, l'oléo filtre à travers les serviettes et s'écoule dans un récipient placé sous la gouttière du plateau de la presse.

La presse hydraulique est mise lentement en action, au début, et la pression est poussée progressivement jusqu'à 150 kilos. Quelques margariniers pressent alors rapidement jusqu'à 175 kilos, puis laissent brusquement tomber la pression.

Au cours du montage de la presse et durant la pression, la température des plaques, qui au début était de 50 degrés, s'est abaissée, de sorte que la pression finale ne se fait qu'à environ 40 degrés, température à laquelle l'oléo, encore liquide, se sépare de la stéarine, qui reste emprisonnée dans les serviettes sous forme de gâteaux durs, semi-transparents, constituant le *suif pressé*.

Le travail de la presse donne un faible rende-

[1] L'*oléo* est, comme on voit, le nom industriel d'une substance constituée fondamentalement par de l'*oléine* dans laquelle sont dissous certains des autres principes immédiats du suif.

(*Note de la Direction.*)

ment, il est fort pénible pour les ouvriers; aussi emploie-t-on, dans les margarineries importantes, des presses à doubles chariots permettant de préparer une presse sur un chariot pendant que le second subit la pression; on gagne ainsi un temps fort appréciable. Pour diminuer la main-d'œuvre et la fatigue occasionnées par le montage des plaques chaudes, M. Moranne a construit un système de presse à doubles chariots et à plaques mobiles sur les colonnes de la presse et pouvant être suspendues, au moyen de taquets, pendant le montage et le démontage de la presse. Ces plaques sont chauffées par circulation d'eau chaude à température convenable pour la pression.

L'oléo refroidie lentement se présente sous un aspect grenu, de couleur jaune; sa saveur rappelle celle du beurre fondu; elle est entièrement fusible dans la bouche.

Certains fondeurs, ne transformant pas eux-mêmes l'oléo en margarine, vendent leur production aux margariniers. Les oléos destinées à la vente sont enfûtées au sortir de la presse et mises à refroidir lentement pour provoquer la cristallisation.

On trouve dans le commerce différentes marques d'oléos, dont les prix varient suivant qu'elles sont extra, premières ou secondes.

L'unique emploi de l'oléo est dans la fabrication de la margarine; son principal marché est Rotterdam, où les Américains en expédient régulièrement des quantités considérables (fig. 7). Le marché de Paris est beaucoup moins important.

La stéarine ou suif pressé provenant de la fabrication de l'oléo comestible sert à la préparation des saindoux artificiels, et le suif pressé industriel est recherché en stéarinerie en raison de son rendement en acides concrets.

§ 3. — Fabrication de l'Oléo-Margarine et de la Margarine.

En 1869, M. Mège-Mouriès entreprit, à l'instigation de Napoléon III, des recherches ayant pour but de procurer à la classe peu aisée de la population, une graisse alimentaire saine, pouvant remplacer économiquement le beurre. Après une série d'essais et de recherches sur les conditions physiologiques dans lesquelles se forme le beurre chez les Mammifères, M. Mouriès prit en 1869 un brevet pour la fabrication d'un beurre artificiel qu'il dénomma *oléo-margarine*. Une première fabrique de margarine fut installée à Passy et fonctionna jusqu'en 1870. Elle fut détruite par l'invasion allemande. Une nouvelle usine fut installée en 1872 à Poissy.

D'après le procédé Mège-Mouriès, on obtenait la transformation du suif en oléo-margarine en faisant digérer pendant deux heures à une température de 45° la graisse de bœuf fraîche, préalablement broyée, avec de l'eau additionnée d'une petite quantité de carbonate de soude et d'estomac de mouton ou de porc. Sous l'action de la pepsine de l'estomac, les membranes subissaient une sorte de digestion artificielle favorisant la séparation de la matière grasse, qui, clarifiée, mise à cristalliser et soumise à l'action de la presse hydraulique pour en séparer la stéarine, fournissait l'oléo.

L'oléo, fondue à basse température, lavée, puis malaxée, opérations par lesquelles la pâte devenait lisse et homogène, constituait la *graisse de ménage* ou *de conserve*, produit neutre de goût, résistant d'une façon remarquable à la rancidité et convenant aux préparations culinaires.

Pour transformer l'oléo-margarine en margarine ayant la pâte, la couleur et l'arome du beurre de vache, Mège-Mouriès émulsionnait l'oléo avec du lait et de l'eau dans laquelle avaient macéré des fragments de mamelle de vache. Il obtenait ainsi une sorte de crème épaisse, qui ressemblait à celle du lait et qui, séparée de l'eau et du petit lait par barattage, colorée en jaune, puis soumise aux opérations de malaxage, lissage, etc., usitées dans la fabrication du beurre, fournissait un produit ayant les plus grandes analogies avec le beurre de vache.

Le 12 avril 1872, le Conseil d'Hygiène, sur un rapport favorable de Boudet, autorisa la fabrication et la vente de l'oléo-margarine.

Il se forma aussitôt une « Société Anonyme d'Alimentation » au capital de 800.000 francs, pour l'exploitation des brevets Mouriès. Cette Société réussit à faire adopter la margarine par la consommation et à ouvrir au simili-beurre des débouchés importants.

En France, la fabrication de la margarine n'a acquis une réelle importance qu'à partir de 1886, époque à laquelle les fondeurs de suif transformèrent leur industrie et s'outillèrent pour la fabrication des suifs comestibles.

Depuis le brevet Mège-Mouriès, la préparation de l'oléo et de la margarine s'est sensiblement modifiée; grâce aux perfectionnements apportés à l'outillage mécanique des margarineries, on a pu supprimer la digestion du suif avec la pepsine dans la préparation du premier jus, ainsi que l'émulsion de l'oléo avec la mamelle de vache, sans pour cela nuire à la qualité des produits.

Actuellement, la fabrication de la margarine consiste à baratter l'oléo, provenant du traitement des premiers jus, avec du lait et une petite quantité d'huile végétale (de coton, sésame, ou arachide) destinée à modifier la pâte de la margarine, trop courte et trop cassante lorsqu'elle n'est formée que de graisse animale.

L'oléo, fondue à environ 45 degrés, est introduite dans une baratte-tonneau (fig. 4) ou dans une

baratte à double effet, avec du lait et de l'huile végétale portés à la même température.

Sous l'action du barattage, l'oléo se trouve émulsionnée avec le lait et l'huile, les particules grasses se divisent de plus en plus et se mélangent intimement avec l'huile et le beurre du lait. Le barattage dure environ deux heures: au cours de l'opération, la température du mélange s'est abaissée graduellement, de sorte qu'à la fin elle est inférieure au point de fusion de l'oléo. On sépare alors, par vidange, le petit-lait de la crème, que l'on fait tomber dans un bac d'eau glacée, où, sous l'action d'un refroidissement brusque, les parties grasses sont concrétées en petites masses grumeleuses retenant, interposée, une certaine quantité de lait.

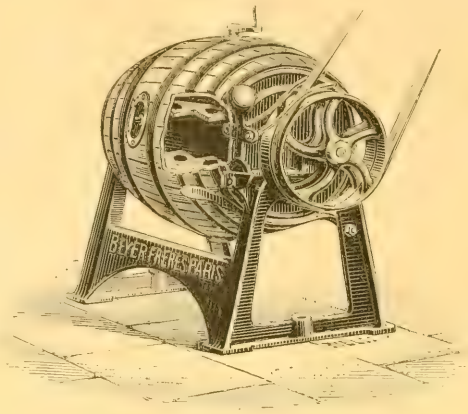


Fig. 4. — *Baratte à oléo-margarine.*

Au moyen d'une sorte de panier à claire-voie, la matière grasse concrète est retirée immédiatement du bain d'eau froide et versée dans des wagonets perforés, où elle séjourne pendant un temps variable suivant la température de l'atelier.

C'est au cours de cet égouttage et de ce repos, et sous l'action des ferments lactiques qui se développent dans le lait resté entre les particules de matières grasses, que la margarine prend l'arome du beurre.

Une fois égouttée, on soumet la matière grasse au travail du malaxeur-lisseur, afin d'en chasser le petit lait et de donner à la pâte l'homogénéité du beurre.

Elle est souvent passée, avec une petite quantité de beurre pur, au malaxeur horizontal (fig. 5), d'où la pâte sort prête à être emballée pour les expéditions.

La margarine se vend en mottes, ou en pains d'une livre. Pour l'exportation elle est emballée dans des cuveaux de cinq kilos ou de 25 kilos ou en fûts ou caisses de 25 à 50 kilos.

La qualité de la margarine dépend de la fraîcheur du suif ayant servi à fabriquer l'oléo, de la qualité du lait et de l'huile employés pour le barattage et de la quantité de beurre pur dont on l'aditionne souvent pour augmenter son parfum ; les qualités extra peuvent soutenir la comparaison avec les beurres de bonne marque.

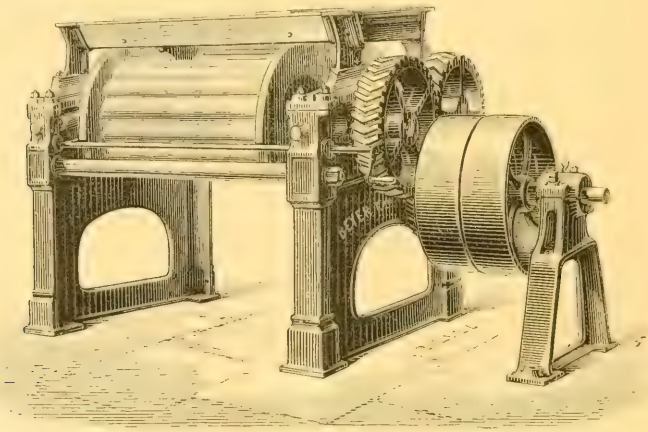


Fig. 5. — *Malaxeur horizontal pour le mélange de la margarine et du beurre*

Les margariniers attachent une grande importance à la qualité du lait et à sa mise en œuvre au

moment précis où il a acquis tout son parfum sous l'action de certains ferments. C'est là le point délicat de la fabrication des margarines extra.

Quant aux margarines de qualités secondaires, obtenues par barattage avec des laits coupés ou des petits-laits, comme elles sont neutres de goût, on cherche à leur donner l'arome du beurre en les additionnant d'une petite quantité de compositions à base d'eau de laurier-cerise, d'essence d'amandes amères, d'éther butyrique, etc.

Le procédé Hansen, appliqué avec succès, en Suède et en Danemarck, pour le mûrissement du lait destiné à la fabrication du beurre, trouvera certainement son application en margarinerie et permettra de donner au simili-beurre le parfum si recherché des beurres de Normandie, sans que l'on ait recours à une addition de beurre naturel.

La margarine a trouvé des débouchés importants dans l'alimentation de la population ouvrière. Les Syndicats et les Sociétés coopératives de consommation achètent des quantités considérables de margarine, principalement dans le nord de la France et dans les pays houillers.

Depuis 1885, la France exporte ses margarines en Angleterre; nous résumons dans le tableau ci-joint les quantités de Margarines importées de France, comparativement aux Margarines de provenance étrangère et aux quantités de beurre d'origine française.

Cette diminution dans notre chiffre d'exportation tient à ce que l'industrie de la margarine, toujours sous le coup de projets de lois prohibitifs, n'ayant pas trouvé en France la sécurité indispensable au développement de toute industrie, plusieurs margariniers ont créé en Angleterre et en Belgique des usines travaillant spécialement pour l'exportation. Le suif en branches indigène a donc vu ses débouchés se restreindre de ce chef au profit des suifs étrangers.

Les adversaires de la margarine attribuent la mévente des beurres à la concurrence que fait au beurre naturel le beurre artificiel.

Sans nier que ce dernier, de plus en plus accepté par la consommation, qui trouve dans la margarine un produit sain[1] et bon marché, fasse une certaine concurrence au beurre naturel, dont le prix n'est pas à la portée de toutes les bourses, il suffit de consulter les statistiques rapportées plus haut pour reconnaître que la cause principale de la mévente de nos beurres en Angleterre tient à la concurrence des beurres étrangers.

La valeur de nos beurres de Normandie exportés en Angleterre est, en effet, restée sensiblement la même depuis 25 ans, malgré la terrible concurrence qui leur a été faite par le Danemark (en 1889, cet Etat exportait pour 70 millions de couronnes de produits de laiterie), puis par l'Australie et la Nouvelle-Zélande.

Tableau I. — Exportations de la margarine et du beurre de France en Angleterre

ANNÉES	MARGARINE						BEURRE		
	IMPORTATIONS TOTALES			IMPORTATIONS DE FRANCE			IMPORTATIONS DE FRANCE		
	quantités	valeur	prix moyen	quantité	valeur	prix moyen	quantités	valeur	prix moyen
	kgs.	fr.	fr.	kgs.	fr.	fr.	kgs.	fr.	fr.
1885.....	42.368.450	76.366.975	1.80				22.547.450	64.466.800	2.90
1886.....	44.398.700	74.056.600	1.66				20.131.250	56.600.525	2.81
1887.....	63.807.000	97.008.175	1.52	2.358.650	3.699.125	1.56	— 20.8[illegible]2.750	56.644.925	2.72
1888.....	56.987.150	81.707.825	1.43	2.199.100	3.723.025	1.69	— 22.003.250	59.471.725	2.70
1889.....	62.084.500	91.356.525	1.47	2.962.250	5.788.650	1.95	— 28.326.200	76.836.825	2.71
1890.....	53.992.300	79.581.025	1.47	2.216.525	4.384.575	1.97	— 26.255.250	71.178.600	2.71
1891.....	61.771.500	88.955.075	1.44	3.450.800	6.589.350	1.90	— 26.759.800	75.951.575	2.83
1892.....	65.267.500	92.822.100	1.42	2.600.100	4.816.875	1.85	— 27.134.350	75.692.000	2.79
1893.....	65.001.650	91.405.600	1.40	2.065.100	4.009.425	1.99	— 23.415.450	66.976.875	2.84

On voit que, si l'importation totale de la margarine a augmenté en Angleterre, l'importation des margarines françaises y a diminué.

Les quantités de margarines et graisses similaires exportées par la France, qui étaient, pour les neuf premiers mois de l'année 1892 de 7.590.600 kilos et de 5.999.000 en 1893, sont tombées en 1894 à 781.700 kilos pour la même période de temps.

Il ressort, en effet, du tableau ci-dessous (p. 420 que l'Australie et la Nouvelle-Zélande, qui n'exportaient, pour ainsi dire, pas de beurres en Angle-

[1] Il résulte d'un important travail de M. A. Jolles, directeur au Laboratoire Chimique à Vienne, que vient de publier la *Revue Internationale des Falsifications*, la preuve qu'au point de vue de la digestibilité, la margarine a la même valeur que le beurre naturel.

terre avant 1888, ont augmenté leurs exportations d'une façon formidable depuis cette époque :

En 1889 les exportations de ce pays ont été	815.750 kg.
1890	2.024.900
1891	2.720.900
1892	4.376.000
1893	8.482.450

Les exportations de ces pays, annoncées pour 1894, seront de 75 % plus importantes que celles de 1893, comme l'indique le relevé ci-dessous donnant les quantités de beurres entrées en Angleterre et venant de ces contrées, pendant les mois de janvier 1893 et janvier 1894.

Janvier 1893	2.057.430 kg.
Janvier 1894	3.494.250

Voilà donc, avec le Danemark, les véritables et dangereux concurrents de nos cultivateurs beurriers. Ceux-ci, pour le plus grand nombre, se sont endormis sur les lauriers qu'ils avaient conquis à une époque où ils étaient à peu près les seuls sur le marché anglais ; ils ont dédaigné d'appliquer les nouveaux procédés découverts par la science pour la fabrication de leur beurre, qu'ils auraient pu améliorer beaucoup, ainsi que l'ont fait quelques Sociétés coopératives de laiterie, installées suivant les règles et lois du progrès : en Vendée, en Bretagne, etc. Ces Sociétés, en effet, obtiennent pour leur beurre des prix de beaucoup supérieurs à ceux que les cultivateurs de ces mêmes provinces obtenaient auparavant avec leur mode primitif et routinier de procéder.

La question de la réglementation, de la fabrication et de la vente de la margarine doit venir prochainement devant le Parlement. Si l'on en juge d'après la volonté nettement exprimée par la Chambre en 1892, le projet de la Commission saisie de la question est beaucoup trop radical pour avoir chance d'être adopté. L'économie de ce projet vise l'exercice des fabriques de margarine, l'interdiction de baratter l'oléo avec du lait, de la mélanger avec du beurre et la séparation absolue du commerce du beurre de celui de la margarine.

Les fabricants de margarine sont tout disposés à accepter l'exercice et la surveillance de leurs usines et toute réglementation ayant pour objet d'empêcher la fraude des beurres par la margarine. Ils estiment que ces mesures ne peuvent que contribuer à éclairer le public sur la qualité et l'innocuité des produits qu'ils fabriquent et à développer la consommation de la margarine, trop souvent offerte au public, par les fraudeurs, sous le nom de beurre et vendue comme telle à un prix trop élevé.

Mais ils considèrent comme équivalente à la prohibition de la margarine l'interdiction de baratter l'oléo avec du lait et la séparation commerciale qui serait imposée aux débitants, lesquels devraient opter entre la vente exclusive du beurre et celle de la margarine.

Le développement de l'industrie de la margarine est une des conséquences d'une évolution industrielle et économique qui ne va pas, évidemment, sans léser des intérêts particuliers, mais qu'une société démocratique doit accepter et favoriser dès qu'il s'agit de l'intérêt général ; il faut donc laisser au consommateur la liberté d'acheter tel produit qui lui convient, à la condition cependant que sa bonne foi ne puisse être surprise : que le beurre qui lui est vendu soit bien du beurre pur, et que la margarine lui soit vendue pour ce qu'elle est.

III. — Suifs a fabrique.

Les suifs qui ne conviennent pas à la fabrication des graisses comestibles et les résidus de la fabrication des premiers jus servent à la fonte des suifs industriels désignés sous le nom de Suif aux cretons, Suif à l'acide ou Suif de place.

A côté de ces suifs, qui ont leurs débouchés en stéarinerie et en savonnerie, on trouve des suifs de colle, de boyauderie, d'équarrissage, des suifs d'os, etc. Ces sortes de graisses, qui trouvent leur emploi dans la savonnerie ordinaire, sont produites par des usines spéciales et ne rentrent pas dans les opérations des fondoirs de suif proprement dits.

La préparation du *suif aux cretons* n'exige pas l'emploi des produits chimiques. Le suif, haché et broyé par des machines, est chauffé dans des chaudières à feu nu ou mieux à la vapeur libre, ou circulant dans une double enveloppe. La graisse dégagée sous l'action de la chaleur est séparée par décantation, et le résidu de la fonte est soumis à l'action de la presse pour en extraire la graisse emprisonnée dans les membranes. Les pains ou *cretons*, résidus de cette pression, sont vendus comme engrais azotés.

Le suif aux cretons est employé par la savonnerie fine et la corroierie : sa fabrication a diminué d'importance depuis que beaucoup de savonniers-parfumeurs se sont outillés pour fondre dans leurs usines le suif en branche destiné à leur fabrication, et que l'Amérique fournit des quantités considérables de suifs fondus sans acide, par la vapeur directe, comme les suifs Plata, Prim City, Western, etc.

Le principal marché des suifs américains et australiens est Londres : en raison de leur qualité et de leur prix, ces suifs sont assez recherchés par la stéarinerie et la savonnerie et font concurrence aux suifs français sur le marché anglais.

La fonte aux cretons étant d'un faible rendement parce que, malgré la pression, on n'arrive pas à

extraire la totalité des matières grasses retenues dans les cretons, le *suif de place* ou *suif à l'acide* est préparé suivant le procédé indiqué par d'Arcet.

Après avoir été hachées et broyées, les graisses sont soumises à une ébullition prolongée avec de l'eau additionnée d'acide sulfurique à 66 Baumé, dans la proportion de un kilogramme par cent kilos de graisse. Sous l'action de l'acide et de la chaleur, les membranes et les cellules graisseuses sont dissoutes complètement et la totalité de la graisse vient surnager. Elle est décantée dans des jalots en bois, où elle forme, par refroidissement, des pains de suif pesant 25 kilogrammes ; c'est sous cette forme que le suif de place est ordinairement livré à la stéarinerie et à la savonnerie, tandis que le suif de province est expédié en fûts.

Le suif de place est vendu sous la garantie du titre, qui doit être de 44°,5 ; la tolérance pour la teneur en humidité et impuretés est de 1/2 °/₀ ; une teneur plus élevée donne lieu à une réfaction sur le prix de vente en faveur de l'acheteur.

L'introduction de la garantie du titre dans les contrats de vente a eu pour effet d'empêcher la fraude du suif par addition de graisses inférieures dont le titre est toujours plus bas que celui du suif de boucherie ; c'est ordinairement d'après le titre du suif que les stéariniers évaluent le rendement en acide stéarique et en acide oléique des suifs mis en fabrication.

IV. — Importance et fluctuations de l'industrie du suif

Le nombre des fondoirs importants est de 428 ; mais, si l'on doit comprendre comme fondeurs les épiciers en gros, qui fondent eux-mêmes le suif en branches et fabriquent la chandelle pour leur clientèle, le nombre total des fondeurs existant en France est un peu supérieur à 4.000.

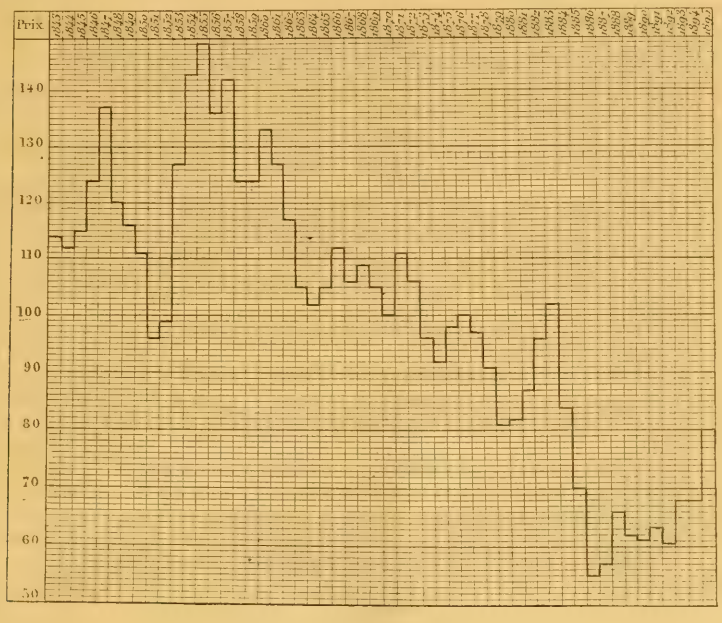


Fig. 6. — *Cours moyen annuel du suif de place*[1].

Nos grands fondoirs, comme les usines de MM. Tricoche, Pellerin, le Fondoir Central, etc., ne peuvent être comparés comme importance aux usines similaires établies en Amérique et en Australie. La maison Armour et C°, de Chicago, qui produit la margarine et le suif industriel et les peaux pour tannerie et mégisserie, n'a pas son égale au monde ; son chiffre d'affaires pour l'année 1893 était de 673 millions de francs.

Les usines de Swift, Nelson Morris, quoique ayant un chiffre d'affaires moins considérable que la maison Armour, sont encore, et de beaucoup, plus importantes que nos usines européennes.

[1] Graphique communiqué par M. Maurice Duclos, courtier assermenté.

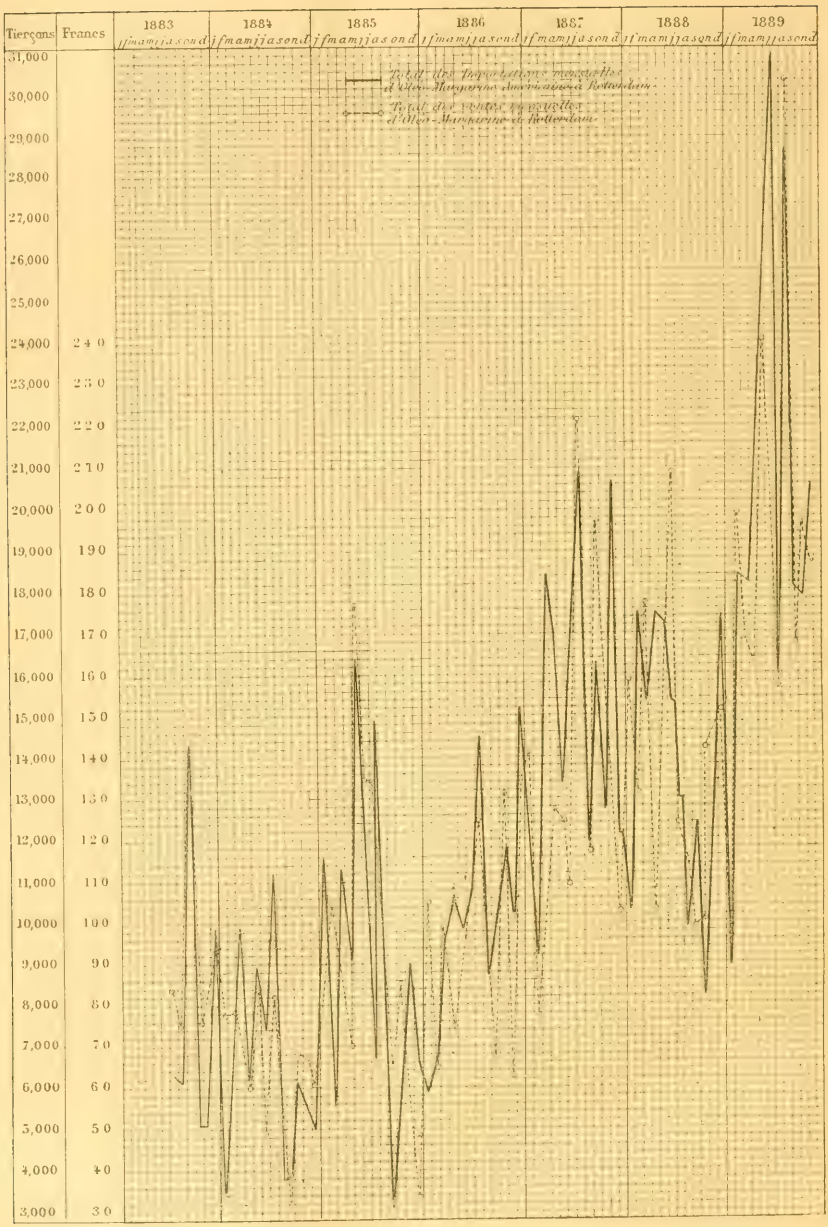


Fig. 7. — *Importations et ventes mensuelles d'oléo-margarine américaine à Rotterdam.*

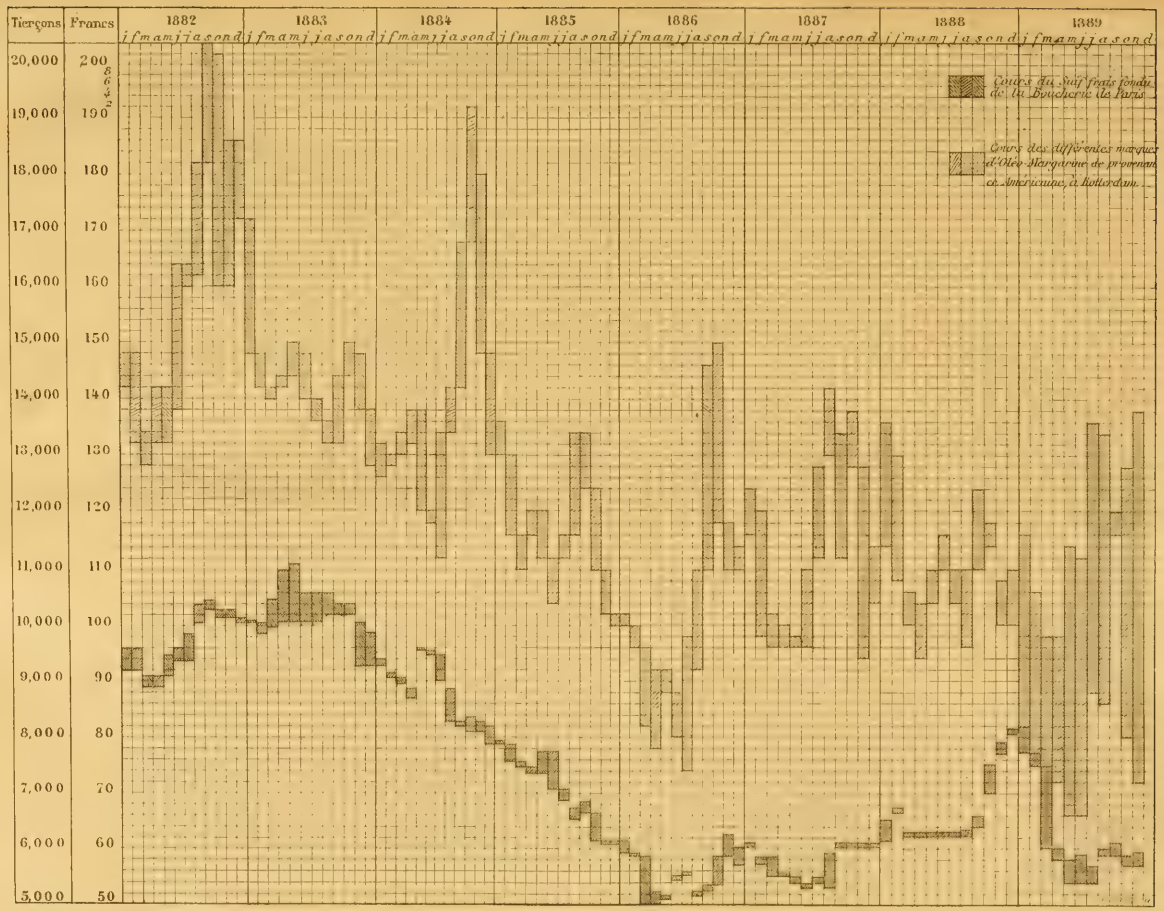


Fig. 8. — *Graphique montrant le cours de l'oléo-margarine américaine à Rotterdam et le cours du suif frais fondu de la boucherie de Paris.*

La production de ces fabriques, françaises et étrangères, a traversé depuis cinquante ans et traverse encore des crises accusées par les variations de cours que résume le graphique de la figure 6. L'étude des causes qui ont influencé ces cours, permet de présager l'avenir réservé à cette industrie.

C'est en 1843 que fut établie la cote officielle du cours du suif de place ; son prix moyen était alors de 114 francs les 100 kilos.

A partir de 1848, le prix du suif, qui avait atteint 137 francs en 1847, baisse d'une façon continue, par suite de la création des stéarineries travaillant par saponification sulfurique et distillation, procédé permettant d'utiliser les huiles de palme concurremment avec le suif pour la fabrication des bougies stéariques.

A cette cause de baisse vinrent s'ajouter les importations d'huiles de coprah, qui ont trouvé, à partir de 1851, des débouchés importants dans les savonneries, qui employaient auparavant exclusivement le suif.

De 1851 à 1855, les cours augmentent d'une façon continue pour atteindre leur maximum, soit 148 francs (fig. 6). Durant cette période, les cours se sont élevés sous l'influence de la spéculation et de la guerre de Crimée ; puis ils ont subi un mouvement de baisse, qui s'est continué et accentué par suite des importations de plus en plus considérables des huiles minérales, américaines et russes, des huiles de palme et de coprah.

A partir de 1863, l'importation des pétroles, qui était de 6.000.000 de kilogrammes, va en progressant pour atteindre en 1889 le chiffre de 165.000.000 kilos. En 1864, commencent les emplois industriels de la glycérine, et le cours du suif remonte l'année suivante à 114 francs pour retomber, en 1869, à 100 francs (fig. 6).

En 1870, il revient à 114 francs ; mais alors interviennent, en 1873, les droits d'accise de 30 francs sur la bougie stéarique. Les effets de ce droit se font sentir d'une façon désastreuse pour cette industrie, et, sur 50 stéarineries existant à cette époque, 19 cessent leur fabrication, et le cours du suif descend à 92 francs.

En 1875, la spéculation fait remonter le cours à 100 francs ; mais il ne tarde pas à descendre à 81 francs sous l'importation des pétroles, qui atteint à cette époque 63.000.000 de kilogrammes, alors qu'en 1873 elle n'était que de 45.000.000 de kilos.

A la suite du dégrèvement du droit de 5 francs sur les savons (mars 1878), de la diminution momentanée de l'importation des pétroles et de l'extension considérable prise par les emplois industriels de la glycérine, notamment dans la fabrication de la dynamite, le cours du suif remonte à 102 francs, et le prix de la glycérine, produit secondaire de l'industrie stéarique, s'élève de 90 à 205 francs.

C'est à cette époque que l'industrie stéarique atteint son maximum de production, soit 30.116.000 kilogrammes (fig. 6) ; la production de la glycérine augmente également et son exportation aux États-Unis atteint 3.500 tonnes.

A partir de 1885, le cours du suif descend graduellement pour arriver à 56 francs, sous l'influence de la crise commerciale, de l'importation des pétroles, qui s'élève à 126.000.000 de kilogrammes, et du développement de la consommation de la bougie de paraffine à l'étranger ; aussi la producduction de l'industrie stéarique descend-elle à 27.000.000 de kilogrammes après avoir été de 30.000.000 en 1882.

En 1886, les fondeurs, devant la baisse continue du suif industriel, s'outillent pour la fabrication des suifs comestibles et paient le suif frais un prix plus élevé ; d'où relèvement des cours du suif à fabrique qui remonte en 1888 à 66 francs (fig. 6 et 8).

En 1892 et 1893, les cours remontent d'une façon continue jusqu'à 90 francs ; cette reprise, due à des causes passagères, telles que le drainage du suif comestible, ramassé par les Américains pour la fabrication des saindoux factices, de la grande sécheresse de l'année 1893 et de la diminution des importations d'huiles de palme et de coprah, ne se maintient pas longtemps, et en 1894 le cours retombe à 56 francs pour ne plus se relever, la production de la stéarine ayant diminué d'un tiers par rapport à l'année 1893.

L'octroi de Paris ayant décidé, en ces derniers temps, d'imposer les graisses comestibles contenant des huiles végétales au tarif de la matière la plus imposée, soit 48 francs les cent kilogrammes, comme pour les huiles comestibles, la fabrication de ces produits se trouve singulièrement entravée. Ces graisses à bon marché ne peuvent, en effet, supporter des droits aussi élevés, et les fabricants seront contraints de renoncer à toute addition d'huile, si cette application des droits est maintenue et s'étend aux villes qui ont prévu des droits d'octroi sur les huiles comestibles. Cette question ne laisse pas d'être fort ennuyeuse pour les fabricants ; car si on supprime l'addition d'huile dans la margarine, on obtient une pâte cassante, et le produit ne répond plus aux désiderata du consommateur.

Ces nouveaux droits sont une source de contestations continuelles entre la Ville et les fabricants, qui prétendent qu'on les oblige à payer des droits pour des produits ne contenant pas d'huile végétale, alors que, par contre, le Laboratoire Municipal

déclare ces mêmes produits huilés : d'où gros procès. Un fabricant de margarine a actuellement un procès de 98.000 francs avec la Ville, et un fabricant de saindoux a dû verser 50.000 francs pour droits en litige.

La crise que subit actuellement l'industrie du suif est certainement la plus grave qu'elle ait supportée depuis 1843. Les cours du suif tombent d'une façon effroyable; le suif de place, coté 56 francs en mars, est tombé en avril à 51 francs; on prévoit même des prix encore plus bas pour les mois suivants, et rien ne fait présager un relèvement ultérieur des cours.

Comme en France, l'industrie du fondeur de suif subit, en Amérique, une crise fort grave, crise due à la surproduction du suif à fabrique; et surtout due à la mévente des oléos.

Les oléos américaines expédiées à Rotterdam trouvaient, jusqu'en 1893, des débouchés considérables sur notre marché; mais les droits protecteurs de 20 francs par 100 kilos qui ont été établis lors de l'élaboration du nouveau régime douanier, ont eu pour effet de fermer le marché français aux oléos américaines; d'où surproduction sur le marché hollandais, et malgré les bas prix pratiqués, le stock d'oléos américaines s'augmente d'une façon formidable (fig. 7 et 8).

Les droits de surtaxe de 3 fr. 50 sur le poids brut (ce qui fait 5 francs sur le poids net) des suifs ne venant pas, en France, directement de leur pays d'origine, n'ont pas été sans porter un préjudice sérieux aux suifs américains, dont le principal marché est à Londres. Si ces droits ont eu pour effet de protéger un peu notre suif indigène, ils ont une influence néfaste pour la savonnerie fine, qui s'approvisionne à Londres. On ne trouve pas, en France, des suifs ayant les qualités des suifs de La Plata, tant au point de vue de la régularité de la qualité, que des prix. Les suifs américains et australiens ont un prix de vente différent selon qu'ils sont beaux, ordinaires, etc.; ainsi, le meilleur mouton est coté 62 fr. 50; le beau, 58 fr. 75; l'ordinaire, 57 francs.

Il en est de même pour les suifs de bœuf; ainsi le « meilleur bœuf » vaut 57 fr. 80, alors que le « bon » vaut 54 fr. et l' « ordinaire » vaut 53 fr.

De cette étude des fluctuations subies par le cours du suif, il ressort que, depuis 50 ans, la valeur commerciale du suif de place, qui sert de base aux transactions qui se font sur les matières grasses, a diminué de un franc par kilogramme. Les principaux facteurs qui ont contribué à abaisser la valeur commerciale de cette matière première sont : le dégrèvement des droits sur le pétrole (février 93), l'extension de plus en plus grande qu'a prise l'éclairage par le gaz, l'électricité, les bougies de paraffine et l'huile minérale, l'emploi des huiles de palme, des suifs végétaux de Chine dans l'industrie stéarique, des huiles de coprah dans la savonnerie, et la surproduction de la glycérine, résultant du traitement des lessives de savonnerie,

Si l'on ajoute qu'à la suite de la guerre de 1870-71 des stéarineries importantes se sont créées à l'Etranger, là où la France exportait de la stéarine et des bougies, et que les droits de 30 francs qui pèsent depuis 1873 sur la bougie stéarique sont absolument néfastes pour cette industrie, on voit que la dépréciation de la valeur commerciale du suif ne peut être enrayée que par le développement de l'industrie des suifs comestibles, qui ouvre au suif frais des débouchés importants à des prix rémunérateurs pour l'éleveur.

Ferdinand et Jules Jean.

REMARQUES SUR L'INDUSTRIE DU SUIF

Depuis que les recherches de Chimie organique, qui ont fondé la théorie des *fonctions*, ont établi la constitution de la glycérine et de ses éthers, ces corps semblent peu attirer l'attention des savants. Après avoir retracé l'histoire, justement célèbre, de ces composés, les professeurs ne leur accordent, dans les cours, qu'une description sommaire, et les jeunes gens qui préparent des thèses de Chimie organique en vue du doctorat ès sciences semblent dédaigner ce groupe de substances si communes. La complexité de ces corps donne pourtant à penser qu'ils sont encore loin d'avoir livré leurs derniers secrets. Mais on dirait que la science subit, comme la vie mondaine, les caprices de la mode; celle-ci détourne aujourd'hui les chercheurs des substances vulgaires, au grand détriment de nos industries, nécessairement fondées sur l'emploi de matières très répandues. Oublierait-on l'immense intérêt qu'ont eu pour la philosophie chimique ces admirables travaux de Chevreul qui, nous montrant des mélanges dans les graisses naturelles, ont introduit dans la science la notion de *principes immédiats*, et créé, du même coup, l'industrie stéarique ?

MM. F. et J. Jean ont rappelé, dans l'article qu'on vient de lire, les savantes investigations de Darcet, qui ont conduit au procédé de fonte à l'acide, et les idées qui ont guidé Mège-Mouriès dans la préparation de la margarine. On ne saurait trop attirer

les savants vers ces grands problèmes de l'industrie, qu'ils ne pourront éclairer sans réaliser, en même temps, un grand progrès scientifique.

Peut-être les professeurs de nos Facultés porteraient-ils davantage sur ces questions leur attention et celle de leurs élèves, si les programmes de la licence ès sciences physiques exigeaient, dans une plus large mesure, la connaissance des opérations industrielles tributaires de la Physique et de la Chimie. Il est regrettable, *même pour la science pure*, que l'on puisse obtenir le diplôme de licencié en n'ayant étudié que dans les livres la fabrication du savon, des bougies, du gaz, du phénol, des matières colorantes, du verre, de l'acier, etc. La visite des usines, l'étude, sur place, des procédés de fabrication, sont éminemment suggessives et devraient, à notre avis, s'imposer aux candidats comme conséquence indirecte du détail et de la précision des questions inscrites au programme de l'examen.

Quoi qu'il advienne de ces vœux, il ne semble pas inutile, — limitant nos observations au sujet particulier qui vient d'être traité ici, — de faire remarquer le haut intérêt que présenterait, sans aucun doute, *pour la Science et pour l'Industrie*, l'étude méthodique des questions suivantes :

Quiconque a un peu étudié la Chimie aura été frappé, à la lecture de l'article de MM. F. et J. Jean, de l'écart qui semble exister entre certains produits industriels et les principes immédiats qu'on a coutume de montrer dans les cours. Si nous ne nous trompons, nos manuels classiques ne mentionnent pas l'oléo. La description qu'en donnent MM. Jean indique bien que cette substance se rapproche beaucoup de l'oléine ou oléate de glycérine. Mais quels sont, au juste, les rapports de ces deux matières? La Science et l'Industrie seraient, au même titre, intéressées à le savoir. Il ne serait pas moins important de définir chimiquement l'oléo-margarine, d'en fixer la nature et le procès chimique de formation.

Ajoutons qu'à l'heure actuelle on ignore la constitution exacte de la margarine. On ne sait si la substance qualifiée d'acide margarique et qui paraît répondre à la formule brute $C^{17}H^{34}O^{2}$, représente un seul acide ou un mélange de substances voisines. Les phénomènes chimiques qui se produisent dans la fabrication de la margarine sont encore entourés d'obscurité.

Le mécanisme intime des réactions qui, au cours des opérations industrielles, conduisent des acides stéarique, oléique et palmitique à leurs dérivés *poly* et *oxy*, est très mal connu. Dans les transactions commerciales il est nécessaire de tenir compte de ces derniers acides ; on y parvient au moyen de la liqueur de Hubl, solution titrée d'iode dans l'alcool, dont ils décolorent une quantité proportionnelle aux *lacunes* (ou désaturations de carbone) qu'ils contiennent ; mais, outre cette indication, facile à obtenir, il serait très utile de préciser les relations de réaction de ces divers composés et la façon dont ils se comportent sous l'influence du traitement industriel. On n'a sur ce sujet que de vagues aperçus.

Signalons enfin les services que rendrait à l'industrie des conserves alimentaires l'étude chimique et microbiologique des suifs et de leurs dérivés. On sait quels soins tout spéciaux imposent à cette industrie les graisses unies aux viandes à conserver. Les points de fusion, en général très peu élevés, des corps gras exigent des conditions particulières de préparation, et entraînent cette conséquence fâcheuse de la fonte spontanée de la graisse à l'intérieur de la boîte de conserve dans les pays chauds. Ne pourrait-on obtenir des principes immédiats du suif quelque dérivé à point de fusion relativement élevé ?

Cette question du rôle de la graisse dans les conserves est extrêmement importante, en raison de la facilité avec laquelle la saponifient d'une part diverses levures et moisissures, d'autre part les jus abandonnés par les viandes et les légumes. L'action même des graisses sur les parois de la boîte ou du vase de conserve mérite toute attention : les boîtes métalliques contenant du cuivre, les poteries vernissées au sulfure de plomb décomposent lentement les graisses ; il se forme des stéarates et des oléates de cuivre et de plomb, très vénéneux.

Indépendamment de ces questions qu'il importerait de mettre à l'étude, il semble intéressant de considérer la façon dont la science intervient actuellement dans l'industrie du fondeur de suif.

Les transactions sur les matières grasses reposent sur la détermination du *titre*, d'après le procédé du chimiste Bouis, et les tables dressées par Dalican et F. Jean permettent aux stéariniers de se rendre compte du rendement de leurs suifs en acides stéarique et oléique et en glycérine.

Les fondoirs n'occupent pas de chimistes ; les contremaîtres sont, en effet, au courant des opérations nécessitées pour la déterminaison du titre ; et vendeurs et acheteurs font eux-mêmes cette détermination. Ce n'est qu'en cas de désaccord entre vendeur et acheteur que les fondeurs ont recours à des chimistes acceptés par le Syndicat des Corps Gras et de la Stéarinerie [1].

Depuis que l'oléo a pris une grande extension,

[1] Les laboratoires qui s'occupent spécialement de recherches sur les corps gras sont ceux de MM. d'Eudeville, Millian et Jean (d'Eudeville à Paris, Jean à Paris, Millian à Marseille).

par suite de son emploi en margarinerie, il se produit une énorme quantité de suif pressé, à haut titre, que l'on mélange souvent avec des graisses de qualité inférieure pour les ramener au titre du suif de place, soit 44°5. Ces suifs n'ont plus la composition du suif pur de la boucherie; bien qu'ils en aient le titre; et il arrive fréquemment que leur emploi en stéarinerie donne lieu à de graves mécomptes. D'autre part, dans les moments où la glycérine atteint des prix élevés, on peut livrer à la stéarinerie des suifs déglycérinés en partie, sans que l'acheteur soit mis en garde contre cette manœuvre, puisque le titre ne l'indique pas. Nous estimons donc, — d'après les renseignements qui nous ont été fournis à ce sujet —, que la stéarinerie aurait grand intérêt à exiger le contrôle du titre par d'autres méthodes, au lieu de s'en rapporter uniquement au titrage, qui ne donne qu'une garantie relative [1].

Les falsifications des suifs se font avec du sel marin, du plâtre, de l'alun, de la chaux, du carbonate de soude, de la fécule. L'analyse chimique et l'examen microscopique servent à les déceler.

L'industrie recourt aussi aux chimistes pour dépister les fraudes relatives à l'emploi de la margarine dans la falsification des beurres.

En 1887 fut promulguée la loi réglementant la vente de la margarine, loi qui oblige le vendeur à étiqueter ses produits et à ne vendre la margarine que pour ce qu'elle est. (Loi du 14 mars 1887.

Cette loi ne peut être appliquée qu'avec le concours du chimiste. A Paris, le Laboratoire Municipal est chargé du contrôle des beurres; en province cette tâche est dévolue soit aux laboratoires municipaux, soit aux Stations agronomiques. Les laboratoires particuliers sont généralement chargés des contre-expertises. Certains chimistes se sont spécialisés pour cette question [2].

Jusqu'en ces derniers temps (1890), l'analyse des beurres et la recherche des falsifications étaient choses peu aisées. Il résulte, en effet, de très nombreuses recherches poursuivies en France et à l'Etranger, que la composition des beurres peut varier dans des limites assez larges selon leur origine, et il est bien établi, maintenant, que, selon la race des vaches, le genre d'alimentation, la date de parturition, etc., les beurres renferment des quantités d'acides gras fixes et volatils, qui se traduisent à l'analyse par des maxima et minima: l'expert est donc exposé à déclarer purs des beurres fraudés, et *vice versa*, lorsque la fraude a été pratiquée assez habilement pour que le mélange donne des résultats restant compris dans les limites observées pour des beurres naturels, ainsi que cela a été démontré par les travaux de MM. Helnner, Angel, Bachmeyer, Reichardt, Magnier de la Source, Jorissen, Wauthers, Jean, Zune.

Depuis 1890, la question de l'analyse des beurres a notablement progressé, et le chimiste, en effectuant les déterminations indiquées par le Congrès international de Chimie de Bruxelles, telles que celle de la densité, l'examen au microscope, la détermination de la réfraction à l'oléoréfractomètre de MM. E. H. Amagat et F. Jean, de l'indice de saponification, du chiffre d'acides volatils, peut aujourd'hui reconnaître la fraude, dans la très grande majorité des cas.

En outre des méthodes chimiques mises en œuvre pour dépister les falsifications du beurre naturel par la margarine, on a quelquefois signalé la possibilité de distinguer, au moyen du microscope, la margarine naturelle du beurre et la margarine artificiellement introduite dans cet aliment. Les cristaux des deux sortes de margarines seraient un peu différents.

On voit par là combien de recherches d'ordre scientifique s'imposent à l'industrie et au commerce du suif, pour en assurer le progrès et le développement. L'association syndicale des fondeurs lui rendrait évidemment un service inestimable en prenant l'initiative de tels travaux : il lui appartient d'instituer plus qu'un service régulier d'analyse et d'inspection : l'organisation systématique de travaux de *science pure* qui, portant la lumière sur la chimie des suifs et de leurs produits d'extraction, auraient pour conséquence le perfectionnement industriel.

Louis Olivier.

---

[1] La détermination du titre a une grande importance pour estimer la valeur du suif; voici, à ce sujet, l'indication que nous communique un spécialiste très autorisé : selon qu'un suif titrera plus ou moins de 44°5, le vendeur subira une réfaction de 0 fr. 50 par 100 kilogr. ou une augmentation équivalente, si son suif titre plus de 44°5; un suif titrant 44°5 vaut 53 fr. 70, un suif titrant 45 degrés vaut 55 fr. 60, un suif titrant 46 degrés vaut 56 fr. 20.

[2] MM. Lhôte, Magnier de la Source, Jean, pour Paris; M. Lescœur à Lille.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

DEUX NOUVEAUX EXPLOSIFS DE GRANDE PUISSANCE — LE FREIN A AIR GENETT — LE SÉPARATEUR SWEET

L'arsenal des substances explosives vient de s'enrichir de deux composés dont la puissance de destruction semble incomparable. Ces corps dérivent, l'un et l'autre, du nitrométhane.

On sait que le gaz des marais ou méthane, CH^4, en échangeant l'un de ses quatre atomes d'hydrogène contre le radical AzO^2 de l'acide nitrique, produit le nitrométhane : CH^3AzO^2. Ce corps, formé avec absorption de chaleur, ainsi que la plupart des composés de l'azote, se décompose comme eux en restituant au monde extérieur l'énergie accumulée dans sa molécule. Il se rattache ainsi à la classe des substances qualifiées d'explosives. Or, récemment, l'un des représentants les plus éminents de la science chimique en Allemagne, le Pr Victor Meyer, a obtenu, à l'état de pureté, un dérivé sodé du nitrométhane [1] dont le pouvoir détonant paraît dépasser tout ce que l'on avait jusqu'à présent pu concevoir. Ce dérivé vient d'être étudié par M. Zelinsky, professeur de Chimie à l'Université de Moscou [2].

Le nouveau corps résulte de la substitution d'un atome de sodium à l'un des trois atomes d'hydrogène du nitrométhane :

CH^4	CH^3AzO^2	CH^2NaAzO^2
Méthane	Nitrométhane	Nitrométhane sodé

Pour le préparer, M. V. Meyer dilue dans de l'éther ordinaire une certaine quantité de nitrométhane, puis ajoute, en solution alcoolique, le corps qui résulte de l'action du sodium sur l'alcool (éthylate de sodium). Il se forme un précipité, qu'on lave à l'éther, puis qu'on dessèche ensuite au moyen de l'acide sulfurique concentré. La composition centésimale de ce corps répond à la constitution moléculaire CH^2NaAzO^2 citée ci-dessus. Ce composé, comme on voit, est anhydre. L'emploi de la soude alcoolique, au lieu d'éthylate de sodium, ne conduit, au contraire, qu'au dérivé hydraté.

Même sous cette dernière forme, le nitrométhane sodé est un corps détonant. Chauffé au bain-marie sur un verre de montre, il perd son eau d'hydratation, et tout à coup le composé déshydraté explode avec une grande violence. Si, à l'aide d'une baguette de verre, on vient à toucher une parcelle du composé anhydre déposée dans une éprouvette légèrement chauffée, l'explosion est telle qu'elle pulvérise l'éprouvette.

M. A. E. Tutton rapporte, dans un récent numéro du journal anglais *Nature* [3], l'expérience suivante, faite par M. Zelinsky : On prend un verre de montre de grande dimension ou une forte plaque de métal; on arrose ce verre ou cette plaque de minuscules gouttes d'eau, puis on y laisse tomber un très petit morceau de nitrométhane sodé. Au bout de quelques secondes, si la quantité d'eau n'a pas été excessive, il se produit une détonation assourdissante avec flamme et épais nuage de fumée. On atteint aussi ce résultat sans recours à l'eau, en frappant le corps à l'aide d'un objet dur sur la plaque tout à fait sèche.

M. Nef, à qui l'on doit quelques dérivés des nitroparaffines, avait déjà, comme le remarque M. Tutton, signalé l'instabilité du dérivé sodé et l'éventualité de l'explosion spontanée de ce corps [4]. M. Zelinsky vient aujourd'hui compléter cette indication, en constatant que l'explosion résulte toujours du contact du composé anhydre avec une toute petite quantité d'eau. Par mégarde, nous dit le savant chimiste auquel nous empruntons ces détails, un des aides de M. Zelinsky avait placé environ 5 grammes de nitrométhane sodé dans un récipient de verre dont les parois étaient un peu humides. Il en résulta soudain une explosion terrible qui brisa tous les appareils placés sur la table; la vague atmosphérique ainsi produite éteignit du coup tous les becs du laboratoire.

Le procédé imaginé par M. V. Meyer, pour introduire le sodium dans la molécule du nitrométhane, peut servir aussi à y faire entrer, au lieu de sodium, du potassium. En employant, à cet effet, l'éthylate de potassium, M. Zelinsky a obtenu un dérivé potassique du nitrométhane, dont la constitution est exprimée par la formule CH^2KAzO^2.

Ce corps est encore plus instable que le dérivé sodé. Quand on l'isole, il explode spontanément à la température ordinaire. A mesure que, pour le préparer, on verse la solution alcoolique d'éthylate de potassium, on voit le nitrométhane potassique se précipiter en cristaux parfaitement définis. Mais la forme cristalline ne tarde pas à disparaître, et le corps devient amorphe. Si l'on essaie de le séparer du liquide par filtration, une explosion se produit invariablement dès que le composé a perdu la plus grande partie de la solution-mère.

En résumé, les expériences de M. Zelinsky nous montrent, dans les dérivés sodique et potassique du nitrométhane, deux corps dont la puissance explosive paraît tellement formidable qu'elle empêchera peut-être de les utiliser dans l'industrie ou à la guerre. Comment oser manier, autrement qu'au laboratoire et avec d'infinies précautions, des corps dont le moindre choc provoque la rupture avec un tel dégagement d'énergie ?

Pour toutes les voitures et notamment pour celles des tramways, pour les véhicules comme pour les monte-charges et les élévateurs, qu'on met en mouvement sans en surveiller la marche, la question des freins est devenue de première importance. On demande à ces appareils d'abord d'assurer la sécurité du système, ensuite de n'être que très peu compliqués. Le frein que la *Genett Air Brake Company* vient de créer mérite à ce titre d'être décrit ici.

Ce frein, destiné surtout aux tramways, peut, avec quelques légères modifications, s'appliquer aussi aux ascenseurs. Une pompe à air, portée par le châssis de la voiture, est actionnée par un excentrique placé sur l'un des essieux (1 et 2, fig. 1) [1]. A la partie inférieure de cette pompe 1 et sur le côté, se trouve un petit cylindre régulateur dont le piston intérieur (et non visible sur la figure) est sollicité par deux forces : l'une, due à l'air comprimé, s'exerce de bas en haut; l'autre est produite par un ressort antagoniste dont on règle la force à volonté au moyen d'une vis. Ce cylindre régulateur est en communication avec un réservoir intermédiaire (6). Tant que la pression de l'air n'y a pas atteint une valeur déterminée à l'avance, la pompe fonctionne; au contraire, dès que l'on dépasse cette pression-limite, le ressort antagoniste cède et le piston

[1] *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 27, n° 1610.
[2] *Ibidem*.
[3] Numéro 1348, vol. 51, 1895.
[4] *Annalen der Chemie*, 280, n° 273.

[1] La description est faite d'après *Engineering*, auquel nous avons emprunté nos figures.

s'élève, entraînant avec lui, au moyen de sa tige, un étrier et deux soupapes placées à la partie supérieure de la pompe à air. Celle-ci cesse alors de fonctionner, son piston se mouvant, pour ainsi dire, dans l'air libre. L'action du régulateur est assez sensible pour que le moindre abaissement de la pression dans le réservoir intermédiaire remette la pompe en action, même quand il ne faut qu'un seul coup pour atteindre de nouveau la pression-limite. Au commencement d'un voyage, la pression est celle de l'atmosphère; mais, après une centaine de mètres de parcours, elle atteint 15 kilos, et lorsque, après un arrêt, cette pression est diminuée de 1 ou 2 kilos, il ne faut pas plus de 12 mètres pour la rétablir.

Le robinet de frein (3) est susceptible d'être mis en communication :

1° Avec le réservoir intermédiaire (6);

2° Avec le réservoir principal (5);

3° Avec le cylindre de frein (4);

4° Avec un tuyau d'échappement (non visible sur la figure).

L'énumération des quatre positions que ce robinet est susceptible d'occuper fera comprendre aisément son fonctionnement :

La première position met en communication le réservoir intermédiaire et le réservoir principal et permet à la pompe de les remplir d'air à la pression désirée.

En tournant le robinet à sa seconde position, on relie le réservoir principal au cylindre de frein, dont on provoque ainsi le fonctionnement. En même temps, le réservoir intermédiaire se trouve isolé et conserve sa pleine pression.

Pour désarmer le frein, on tourne le robinet à sa troisième position : on intercepte ainsi toute communication avec les réservoirs et on relie le cylindre de frein au tuyau d'échappement. Comme jusqu'ici le réservoir intermédiaire est resté à la pression normale, la pompe à air ne fonctionne pas, ce qui évite de donner à la voiture un supplément de charge au moment du démarrage. C'est seulement après celui-ci, que le conducteur ramène le robinet à sa première position.

Enfin, pour enlever la poignée du robinet, il faut l'amener à sa quatrième position, qui rompt absolument toutes les communications.

La *Genett Air Brake Company* a récemment introduit dans son frein quelques perfectionnements qui sont représentés dans la figure 2. Le principe et le fonctionnement de l'appareil restent les mêmes; mais la tige d'excentrique est excessivement réduite, et celui-ci est enfermé dans une caisse que l'on remplit d'huile. On a ainsi l'avantage de préserver l'appareil de la poussière et d'assurer un graissage parfait.

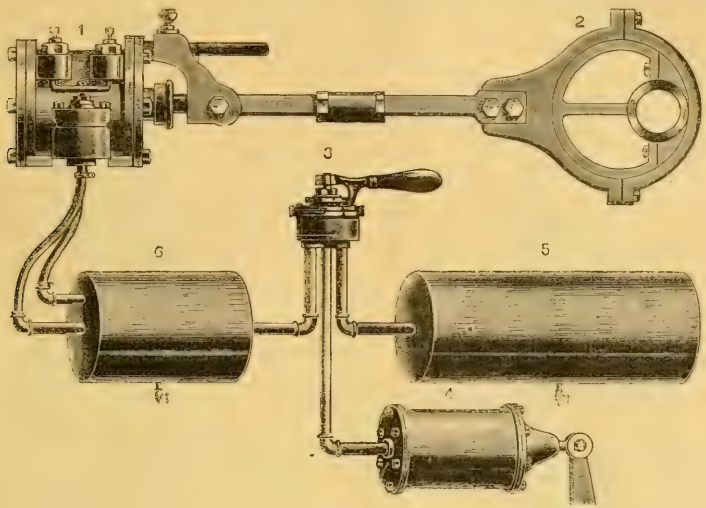


Fig. 1. — *Détails du frein à air Genett.* — 1. Pompe à air. — 2. Excentrique actionnant la pompe 1. — 3. Robinet de frein. — 4. Cylindre de frein. — 5. Réservoir principal. — 6. Réservoir intermédiaire.

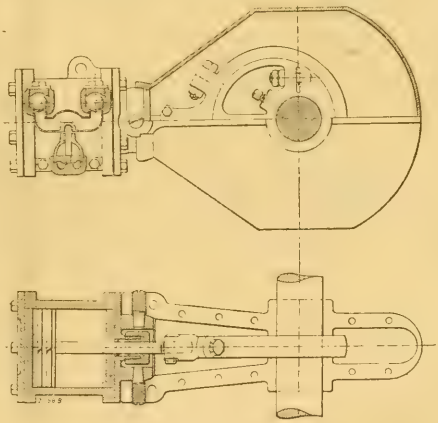


Fig. 2. — *Elévation et plan du frein à air Genett perfectionné.*

La vapeur qui arrive dans les cylindres des machines, contient toujours un peu d'eau entraînée avec elle. Cette eau, s'accumulant dans les cylindres, occasionne, en raison de son incompressibilité, le phénomène dit du *coup d'eau*. Ce coup d'eau, véritable choc sur le fond du

cylindre, porte une atteinte constante à la solidité des organes. Aussi a-t-on, depuis longtemps, cherché à supprimer cette adduction d'eau liquide, lors de l'admission de la vapeur. Les appareils imaginés dans ce but portent le nom de *séparateurs*. Celui que représentent les figures 1 et 2 [1] a extérieurement la forme du cylindre, et est construit de telle façon que la section de passage offerte à la vapeur soit toujours égale à celle de la conduite d'arrivée. Ainsi qu'on le voit par les flèches blanches de la figure 2, la vapeur arrive par la partie supérieure et pénètre d'abord en descendant, puis fait une courbe brusque. La puissance de séparation, si nous pouvons nous exprimer ainsi, semble être en raison inverse du rayon de ce coude. L'eau entraînée se refuse, par suite de son inertie, à ce changement subit de direction et se sépare de la vapeur pour tomber au fond de la cage de l'instrument.

D'ailleurs, pendant tout le trajet de la vapeur, les choses sont arrangées de telle façon que l'eau soit entraînée aussitôt après sa séparation. Toute celle qui est contenue à la surface intérieure de la conduite d'arrivée s'écoule sur le cône A et se rend directement à la chambre à eau.

Le courant de vapeur, à son entrée dans le séparateur, frappe un toit conique formé d'une plaque de métal C, recouverte d'une sorte de crible B, que l'eau traverse dans un seul sens; par conséquent, il est impossible à toute goutte d'eau séparée de la vapeur de venir s'y mêler une seconde fois. La surface intérieure du séparateur est recouverte d'un crible semblable à celui du petit toit supérieur. Une fois qu'une goutte a traversé ces cribles, elle s'écoule directement à la chambre à eau.

A. Gay,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

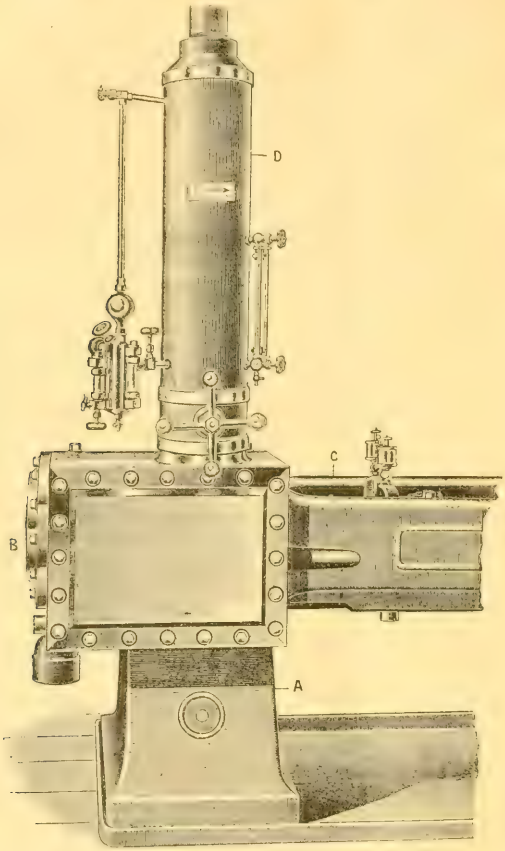


Fig. 1.

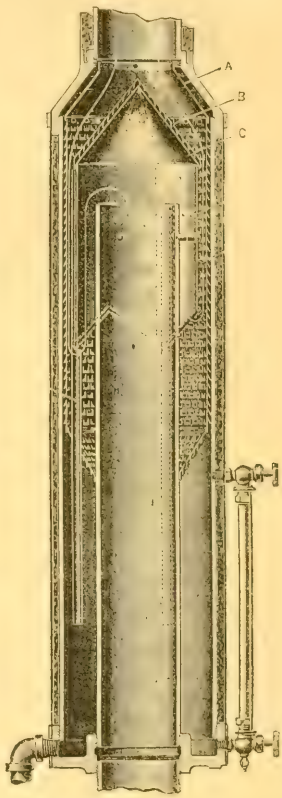


Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — *Séparateur d'eau pour machines à vapeur.* — A gauche (fig. 1), appareil complet placé sur un cylindre. A, support du cylindre; B, cylindre de la machine; C, bâti entourant la glissière; sur le cylindre B est monté, sous forme de cylindre vertical, le *séparateur* D, pourvu de ses accessoires. — A droite (fig. 2), coupe du *séparateur*. A, cône sur lequel s'écoule l'eau de la surface intérieure de la conduite d'arrivée; B, crible recouvrant le toit C.

[1] *American machinist*. N° du 20 décembre 1894.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Niewenglowski (B.), *Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée Louis-le-Grand, membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique.* — **Cours de Géométrie analytique**, *à l'usage des élèves de la Classe de Mathématiques spéciales et des candidats aux Ecoles du Gouvernement. Tome I.* **Sections coniques.** — 1 *vol. grand in-8° de 483 pages (Prix : 10 fr.). Gauthiers-Villars et fils, Paris*, 1895.

Le nouvel ouvrage de M. Niewenglowski n'est que le *premier* volume d'un cours de Géométrie analytique qui en occupera *trois*. A en juger par l'étendue de ce volume, on se figure aisément le degré de développement qu'atteindra le cours complet, qui comprendra non seulement les connaissances exigées des candidats à l'Ecole Polytechnique ou à l'Ecole Normale, mais davantage encore, l'auteur n'entendant pas se limiter aux seules théories prescrites par les programmes. Les questions étrangères sont, d'ailleurs, distinguées par une impression en caractères plus petits. La géométrie plane fait l'objet des deux premiers volumes; le troisième sera consacré à la géométrie à trois dimensions.

Le tome I, seul paru, est divisé en vingt chapitres et est intitulé « *Sections Coniques* ». A vrai dire, il contient la ligne droite, le cercle, la partie essentielle de la théorie des coniques, la théorie des tangentes et celle des enveloppes, la transformation par polaires réciproques. On y trouve, et au delà, ces notions, ces aperçus qui, sans appartenir vraiment aux programmes, ouvrent des horizons à l'élève laborieux et contribuent si souvent à en faire un lauréat. Des applications choisies et de nombreux exercices proposés permettent l'assimilation rapide des théories. Les questions sont fréquemmment résolues par plusieurs méthodes. Le dernier chapitre, qui est l'étude des sécantes communes à deux coniques, est conçu d'après les idées développées par M. Kœnigs dans ses leçons de l'agrégation mathématique : c'est dire que l'ouvrage est au courant des derniers progrès.

Une place importante a été réservée aux coordonnées trilinéaires et aux coordonnées *tangentielles*. L'auteur introduit ces dernières avec toute la discrétion que comporte un pareil cours : les considérant à peine dans la théorie de la droite et dans celle des tangentes, c'est seulement après la transformation par polaires réciproques qu'il en donne les principales applications, alors que cette transformation en permet une interprétation lumineuse.

L'ordre adopté est celui qui convient le mieux aux débutants. Mais, comme le déclare l'auteur lui-même, cet ordre n'est pas nécessaire, et rien n'empêchera d'étudier, avant les coniques, les généralités relatives aux courbes planes.

Les définitions sont posées avec netteté et précision, à commencer par celles qui concernent les questions de sens, d'orientation, souvent troublantes pour les commençants. Les procédés sont symétriques, l'exposition très méthodique. Si j'ajoute que MM. Gauthier-Villars ont imprimé l'ouvrage avec leurs soins habituels, j'aurai dit, je pense, qu'il constitue un bon guide pour s'acheminer vers l'Ecole Polytechnique, vers l'Ecole Normale, ou même vers des examens d'ordre supérieur.

G. Floquet.

Eberhard (Dr V.), *Professor au der Universität zu Konigsberg in-8°.* — **Über die Grundlagen und Ziele der Raumlehre.** — 1 *broch. de XXX pages. B. G. Teubner, éditeur, Leipzig*, 1895.

Cartan (Elie), *Préparateur à l'Ecole Normale supérieure.* — **Sur la Structure des Groupes de transformations finis et continus.** *Thèse pour le doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 *vol. in-8° de 156 p. Librairie Nony et Cie, 17, rue des Ecoles. Paris*, 1895.

On sait l'analogie profonde qui existe entre un groupe Γ_L (groupe de M. Lie) de transformations fini et continu, et un groupe Γ_G (groupe de Galois et de M. Jordan) de substitutions. La structure de Γ, c'est-à-dire la façon dont se comportent vis-à-vis les uns des autres les sous-groupes contenus dans Γ, fournit l'image exacte des propriétés :

pour Γ_L, d'un système S d'équations aux dérivées partielles du premier ordre ou aussi d'une équation différentielle linéaire (recherches de MM. Picard et Vessiot);

pour Γ_G, d'une équation algébrique E.

Par exemple, si Γ se ramène à des sous-groupes de moins en moins compliqués, S est intégrable et E soluble par radicaux. En pareil cas, M. Jordan dit que Γ_G est *résoluble*, et M. Lie que Γ_L est *intégrable*. Tels sont encore les groupes Γ_L *simples, demi-simples, non simples*, qui correspondent aux groupes Γ_G *simples* et *composés*.

La structure de Γ_L se reconnaît à des caractères assez faciles. Le groupe étant engendré par des transformations infinitésimales, le symbole de chaque pareille transformation-produit est une fonction linéaire et homogène à coefficients constants des symboles des transformations infinitésimales du groupe. La structure ne dépend que des valeurs choisies pour ces coefficients. Intervient aussi une certaine équation algébrique Δ, dite *caractéristique*, entièrement analogue à celle qui se présente dans la réduction des substitutions linéaires à leur forme canonique. Sur les racines et les coefficients de Δ se reflètent les propriétés essentielles de Γ_L, celles qui sont indépendantes du choix des variables. Δ indique aussi l'*intégrabilité*, la *simplicité* ou la *non-simplicité* de Γ_L et fournit même un élément de classification plus compliqué, le *rang*.

La thèse est consacrée à l'exposé et à l'application de certaines règles pour la construction effective des groupes, règles fondées sur les caractères ci-dessus indiqués.

Les résultats finaux que l'on entrevoit sont les suivants : 1° Tout Γ_L, qui n'est pas intégrable, provient de l'association de sous-groupes intégrables avec des sous-groupes simples; 2° le nombre de types distincts pour les groupes simples est très restreint, dix ou douze.

La proposition est de la plus haute importance en Analyse : l'intégration des systèmes S d'équations aux dérivées partielles, dans leur immense variété, se ramène à un très petit nombre de problèmes distincts, à traiter directement chacun par les procédés du calcul intégral.

Le fond de cette très intéressante thèse appartient à M. Lie et à ses continuateurs MM. Engel, Umlauf, Killing..., dont M. Cartan se réclame d'ailleurs explicitement. Mais l'auteur a complété et précisé beaucoup de démonstrations et même rectifié des erreurs de M. Killing. Le tout constitue donc un très honorable travail de doctorat.

Léon Autonne.

2° Sciences physiques.

Edward Nichols, *Professeur de Physique à l'Université Cornell, Ithaca, New York.* — **A laboratory manual of Physics and applied Electricity.** — *Vol. I, Junior Courses in général Physics; Vol. II, Senior Courses and outlines of avanced work. — Deux volumes de XIV-294 et IV-444 pages, avec 108 et 245 figures dans le texte et quatre planches. (Prix : 30 fr.) New-York et Londres, Macmillan et C°*, 1895.

Il existe aujourd'hui un bon nombre de traités de manipulations de Physique, rédigés en vue des divers examens universitaires ou adaptés aux besoins techniques spéciaux des ingénieurs, des électriciens, des médecins, des pharmaciens, etc.; à la grande pénurie d'autrefois a succédé l'état actuel, qui n'est pas encore la pléthore, mais qui paraît largement suffisante.

On doit se féliciter du développement de ce genre de littérature, car il témoigne des grands progrès réalisés par l'enseignement de la Physique théorique et appliquée : sans travaux pratiques, les élèves ne sauraient s'intéresser à la Physique comme il convient, et ils l'apprendraient mal; aussi fait-on aujourd'hui partout des exercices de laboratoire.

Les divers ouvrages relatifs à l'école pratique de physique ont une physionomie toute particulière, suivant le genre de lecteurs auxquels ils s'adressent et suivant le pays dans lequel ils ont été publiés; ils ont conservé une certaine originalité, qu'on ne retrouve plus du tout dans les traités de Physique, qui ne changent guère que de langue et d'éditeur en traversant le Rhin ou la Manche; les premiers présentent à cet égard un grand intérêt, parce qu'ils reflètent les méthodes spéciales d'enseignement des maîtres et des écoles, avec le caractère propre des hommes et le génie particulier des professions et des races pour lesquels ils ont été écrits.

L'analyse du Manuel de Physique appliquée de M. Edward Nichols nous fait connaître la méthode d'enseignement adoptée dans les universités américaines. A la lecture de la table des matières, on s'aperçoit immédiatement de la tendance essentiellement pratique des programmes : la Mécanique physique, la Chaleur et l'Electricité, voilà les préoccupations dominantes de celui qui enseigne; l'Acoustique et l'Optique sont mises au second plan et l'Optique physique est écartée presque totalement. L'Electricité est le plus largement développée : dans le volume même destiné aux commençants (*Junior course*), on aborde des questions d'électricité relevées, telles que la mesure des forces électromotrices, la recherche des surfaces équipotentielles dans un liquide conducteur, la détermination du décrément logarithmique d'une oscillation, la mesure des capacités, l'étude de l'induction mutuelle, etc. Un grand emploi est fait des procédés graphiques, qui donnent des résultats plus suggestifs que les méthodes de calcul. Le commentaire des opérations et le rappel de la théorie est très concis et fort bref : il s'adresse à des élèves avancés déjà, auxquels il est même possible de proposer quelques intégrales faciles. A certains égards, nos candidats à la licence auraient donc avantage à suivre le *Junior course* des universités américaines : par contre, ils trouveraient superflu de démontrer expérimentalement le théorème du parallélogramme des forces et le principe des moments, et ils témoigneraient peu de goût pour la vérification des lois de la pesanteur par la machine d'Atwood, et divers autres exercices du premier chapitre.

Le second volume diffère essentiellement du premier par sa rédaction aussi bien que par son programme; il convient d'exposer les questions et de les discuter d'une manière spéciale quand on s'adresse à des auditeurs déjà formés par une longue fréquentation des laboratoires et par la pratique des instruments classiques; ce sont, d'ailleurs, des travaux d'un autre genre qu'il faut leur proposer. M. Nichols les emprunte à la chaleur, à la photométrie et à l'électricité; les exercices relatifs à cette dernière branche de la Physique sont les plus développés et ils forment deux chapitres, consacrés séparément aux courants continus et aux courants alternatifs. Cette partie du second volume présente un grand intérêt, parce qu'elle renferme des indications réellement originales : elle s'adresse évidemment à des physiciens désireux d'approfondir l'étude de l'électricité pour devenir des ingénieurs électriciens habiles et compétents. Plus de cent expériences sont indiquées, fort brièvement il est vrai, mais avec assez de détails pour permettre aisément leur réalisation, et avec un commentaire suffisant pour suggérer souvent d'intéressantes variantes dans l'exécution.

Le second volume se termine par une esquisse de travaux et de recherches (*outlines of avanced work in general Physics*); ce programme s'applique à l'étude de l'influence de la température sur diverses constantes, à la détermination du rendement des sources de lumière et de leurs courbes d'intensité, à la spectro-photométrie, à la composition du spectre invisible, à l'optique physiologique, et enfin à l'exploration du champ magnétique terrestre. Bien que l'utilité de cette partie de l'ouvrage soit contestable, attendu que les savants qui s'adonnent aux recherches originales n'ont guère besoin de puiser des idées dans un livre de ce genre, il faut reconnaître néanmoins que les jeunes physiciens, enfin débarrassés du souci des examens proprement dits, pourront lire avec profit ces monographies, qui leur serviront de modèles et de guides. Ce ne sont assurément pas des modèles de thèses de doctorat, mais ce sont du moins des types de mémoires dans lesquels des débutants trouveront des indications profitables.

En somme, ce traité américain de manipulations présente un réel intérêt pour un lecteur français.

L'exécution typographique est parfaite et les figures sont gravées avec une remarquable netteté.

Nommons enfin les collaborateurs de M. le Pr Nichols, qui se sont partagé avec lui la rédaction des différentes parties de l'ouvrage : ce sont : MM. Moler, Bedell, Hotchkiss et Matthews; ils ont signé les chapitres qui leur ont été confiés. A. Witz.

Renard (Ad.), *Docteur ès sciences, Professeur de Chimie à l'Ecole supérieure des Sciences de Rouen.* — **Dictionnaire d'analyse des substances organiques industrielles et commerciales.** — *1 vol. in-8° de 440 p. avec 28 fig. (Prix relié : 10 fr.) Baudry et Cie, éditeurs. Paris*, 1895.

L'essai des produits organiques, industriels, pharmaceutiques ou alimentaires est, comme on le sait, particulièrement délicat. Le dosage de leurs éléments utiles, la recherche des impuretés qu'ils renferment toujours, soit naturellement, soit par fraude ou falsification, exigent l'emploi de méthodes spéciales, dont la plupart des traités de chimie ne font même pas mention.

Ces méthodes sont, par suite, peu connues, et il nous arrive quelquefois d'être réellement embarrassés, lorsqu'une pareille question se présente dans nos laboratoires, où une routine, regrettable autant pour la science que pour l'industrie, nous oblige à rester constamment dans le domaine de la la chimie pure. Il nous manquait un manuel de l'essayeur des matières premières organiques.

Un tel ouvrage ne pouvait être mené à bien que par quelque spécialiste dûment autorisé; par sa situation, par ses relations et par ses profondes connaissances en chimie générale et industrielle, M. Renard était, mieux que personne, en état de le faire; en le faisant, il nous rend service et nous l'en remercions.

Dans son petit volume, le savant professeur de Rouen passe en revue les principales substances industrielles de nature organique; pour chacune d'elles il indique sommairement la marche à suivre pour déterminer sa composition qualitative ou quantitative; l'analyse des alcools, du beurre, des huiles, des matières colorantes, des essences, du lait, du pétrole, des sucres, du

vin, etc., est l'objet d'une étude toute spéciale; des tableaux intercalés dans le texte donnent les principaux résultats analytiques nécessaires à la comparaison; de nombreux index bibliographiques permettent, s'il y a lieu, de remonter aux publications originales des auteurs cités; enfin, l'ordre alphabétique des matières rend les recherches aussi faciles que possible, tellement faciles même que l'auteur a pu se passer de table.

C'est sans doute ce mode d'arrangement qui a conduit M. Renard à donner à son livre le nom de Dictionnaire; peut-être eût-il été préférable de choisir un titre qui fît mieux ressortir le but de l'ouvrage et n'obligeât pas à le lire pour en apprécier la valeur pratique.

Cette valeur est grande, et nous espérons que le succès permettra à l'auteur, avec de nouvelles éditions, de nous tenir au courant des progrès accomplis dans l'analyse des matières organiques industrielles; son livre prendra alors certainement place à côté des recueils qui, comme le Fresenius, restent en permanence sur la table des laboratoires.

L. Maquenne.

3° Sciences naturelles.

Geddes (P.), *Professeur de Botanique à l'Université d'Edimbourg.* — **Chapters in modern Botany.** — 1 *vol. in-8°, Crown de* 201-XII *pages avec* 8 *fig.* — *Londres, J. Murray*, 1894.

Dans ce livre, tout à fait au courant des derniers progrès de la science, le savant professeur d'Edimbourg traite des points les plus captivants de la biologie végétale. Les chapitres qui concernent les plantes insectivores et le mouvement végétal méritent surtout d'être signalés. L'auteur passe en revue les genres *Nepenthes*, *Cephalotus*, *Sarracenia*, *Darlingtonia*, *Drosera*, *Dionæa*, etc., et cite les célèbres expériences qui conduisirent Charles Darwin à écrire son ouvrage sur les plantes carnivores. M. Geddes rappelle ensuite les recherches d'après lesquelles le Dr Raphaël Dubois, le distingué professeur de physiologie de la Faculté des Sciences de Lyon, tout en constatant chez les plantes à urnes, et notamment chez les *Nepenthes*, la présence indéniable d'un ferment digestif, affirme que, dans le cas où le liquide de l'urne est stérilisé de façon à supprimer l'action des bactéries, il ne se produit pas la moindre indication du phénomène de digestion. D'après M. Dubois, il ne faudrait donc voir dans le prétendu *carnivorisme* ou *insectivorisme* des plantes à urnes qu'un phénomène de putréfaction, dû à l'action des bactéries. En admettant que l'on doive laisser de côté l'interprétation de Ch. Darwin, comment expliquer la présence de la substance visqueuse et déliquescente? Faut-il y voir une relation avec la transpiration? Cette substance aurait-elle pour but d'empêcher ou tout au moins de ralentir l'évaporation, si active dans les régions tropicales? Serait-elle capable de puiser la vapeur d'eau dans l'atmosphère à la façon des racines aériennes des Orchidées, ou bien encore aurait-elle pour but de faciliter, en vertu de l'osmose, la circulation du courant transpiratoire indispensable dans le processus de la vie végétale? Ici s'ouvre un intéressant champ d'investigation pour les physiologistes. Quoi qu'il en soit, en supposant qu'on trouve là l'explication de ce qui se passe chez les plantes à ascidies, M. Geddes estime qu'il est impossible de l'invoquer dans le cas des mouvements si remarquables, avec augmentation de sécrétion, des *Drosera* et surtout des Dionées. Et même, si, au point de vue théorique, l'*insectivorisme* n'est réellement que la seconde partie du processus, au point de vue du bénéfice acquis par la plante, il joue incontestablement le premier rôle.

Passons maintenant aux mouvements plus généraux. Pour Ch. Darwin, la circumnutation modifiée est la source principale de tous ces mouvements. Elle est modifiée, dans son amplitude et sa direction, par un stimulus interne ou externe, de façon que la plante se trouve toujours dans les meilleures conditions possibles. Grâce à cette explication, une difficulté considérable pour la doctrine de l'évolution se trouve écartée en partie. On pouvait, en effet, se demander comment ces différents mouvements se produisaient tout d'abord. Wiesner, l'éminent professeur de Botanique de l'Université de Vienne, ne croit pas la circumnutation aussi fréquente que le prétend Ch. Darwin. Il objecte que certaines tiges ou feuilles croissent selon une ligne droite parfaite. Il ajoute que certaines courbures, telles que celles dues au géotropisme et à l'héliotropisme, ne peuvent pas être interprétées comme étant des modifications de la circumnutation; certaines parties de plantes chez lesquelles on n'observe pas de circumnutation, sont cependant capables de courbures géotropiques. Francis Darwin, qui assistait son père dans ses recherches sur les mouvements végétaux, déclare ne pouvoir abandonner l'idée de la généralité de la circumnutation, en admettant même que ce phénomène ne soit pas aussi répandu qu'on le croyait d'abord. Du reste, la question peut encore être envisagée à un autre point de vue, si l'on admet, avec Vöchting, la *rectipétalité*, force régulatrice par laquelle les irrégularités inhérentes à la croissance seraient réprimées au bénéfice de l'accroissement rectiligne. La circumnutation serait la manifestation extérieure de ce phénomène.

Signalons enfin le chapitre où il est traité de la symbiose, et dans lequel M. Geddes cite les expériences de Stahl, récemment répétées par M. Gaston Bonnier, professeur à la Sorbonne.

En somme, le petit volume de M. Geddes est d'une lecture bien attrayante et mériterait certainement les honneurs de la traduction.

Edmond Bordage,
Directeur du Muséum d'Histoire naturelle de la Réunion (*Bourbon*).

Chatin (J.), *Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris, Membre de l'Académie de Médecine.* — **Organes de nutrition et de reproduction chez les Vertébrés.** — *Un volume petit in-8° de* 176 *pages, faisant partie de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire dirigée par M. H. Léauté, membre de l'Institut. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.) Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs, Paris*, 1895.

M. Chatin a précédemment publié dans l'*Encyclopédie des Aide-Mémoire* deux volumes d'anatomie comparée sur les organes de relation chez les Vertébrés et chez les Invertébrés (voy. *Revue générale des Sciences*, 15 mai 1894, p. 338, et 30 août 1894, p. 625); le présent volume traite des organes de relation et de reproduction chez les Vertébrés, et est rédigé dans le même esprit, au point de vue de l'anatomie comparée pure. M. Chatin étudie successivement pour chaque groupe de Vertébrés (Mammifères, Oiseaux, Reptiles, Batraciens, Poissons et Acrâniens) : l'appareil digestif (cavité buccale, tube digestif, foie et pancréas, thymus et corps thyroïde); l'appareil circulatoire (cœur, vaisseaux, lymphatiques, rate); l'appareil respiratoire, (larynx, trachée, poumons, branchies, vessie natatoire); l'appareil excréteur (reins et capsules surrénales) et les organes de reproduction.

C'est un résumé succinct et clair, malgré l'absence de figures, des connaissances anatomiques indispensables à l'étudiant, la physiologie et le développement étant complètement laissés de côté, sauf à propos des reins où l'organogénie est indispensable pour bien comprendre les faits. Une courte bibliographie termine le volume.

L. Cuénot.

Pelseneer (P.), *Professeur agrégé à la Faculté des Sciences de Bruxelles.* — **Introduction à l'étude des Mollusques.** — 1 *brochure in-8° avec figures. H. Lamertin, éditeur. Bruxelles*, 1895.

4° Sciences médicales.

Nocard (Ed.), *Professeur à l'Ecole Vétérinaire d'Alfort.* — **Les Tuberculoses animales; leurs rapports avec la Tuberculose humaine.** — 1 *vol. petit in-8° de 210 pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire, dirigée par M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.*) — *Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs. Paris,* 1895.

Il n'est pas de maladie qui frappe un aussi grand nombre d'espèces animales; pas un de nos animaux domestiques n'y est complètement réfractaire; il n'existe entre eux que des différences de réceptivité : ceux qui, dans les conditions naturelles, échappent à la contagion, ne résistent pas aux inoculations expérimentales; nos basses-cours elles-mêmes sont fréquemment dépeuplées par la tuberculose; l'homme, enfin, lui paie un si lourd tribut qu'à Paris les dernières statistiques évaluent à plus de 23 °/o le nombre des décès qui lui sont dus.

C'est ainsi que débute le nouveau livre que M. le Dr Nocard vient de faire paraître dans l'*Encyclopédie des Aide-Mémoire.* Personne mieux que le savant professeur d'Alfort ne pouvait écrire ce volume, où il parle d'une maladie, véritable panzootie universelle, entretenue dans l'espèce humaine par toutes les causes de contagion qui nous viennent des animaux.

Il énumère d'abord les espèces atteintes. Les bovidés le sont très souvent dans certaines régions, il en est où l'on estime à 25 °/o de la population totale le nombre des tuberculeux. Le chapitre premier est consacré à l'étude de la tuberculose des bêtes bovines. On trouve dans ce chapitre un véritable historique de la maladie. Il décrit les lésions, l'histologie de ces lésions, l'historique de la découverte de la spécificité de la tuberculose, celle du bacille, la technique pour sa recherche, sa culture. Dans la partie clinique, il énumère les symptômes, puis le diagnostic clinique, le diagnostic bactériologique, le diagnostic expérimental, enfin le diagnostic par la tuberculine. Cette partie de l'ouvrage est des plus intéressantes, c'est un exposé historique de la tuberculine et de son utilité dans le diagnostic de la tuberculose bovine. On devait s'attendre à voir cette partie magistralement traitée par celui qui s'est fait l'apôtre de l'application de la tuberculine.

Le paragraphe suivant est consacré à l'étiologie et à la pathogénie.

Il débute par des anecdotes qui le rendent attrayant et nous raconte que depuis longtemps on croyait dans certains pays que la phtisie était contagieuse et qu'on y prenait des mesures de désinfection. Puis, les travaux de Villemin, de Chauveau, de Koch, défilent sous les yeux du lecteur. Au point de vue de l'étiologie de la tuberculose dans les étables il faudrait citer toutes les pages, qui sont toutes des plus intéressantes.

A propos de l'hérédité, l'auteur termine ainsi : « En résumé, s'il est vrai que le bacille de Koch puisse parfois passer de la mère au fœtus, il n'est pas moins vrai que ce passage est chose absolument exceptionnelle; ce que la mère malade transmet à ses produits, ce n'est pas la maladie elle-même, c'est la prédisposition, l'aptitude à la contracter; en d'autres termes, on naît tuberculisable, on ne naît pas tuberculeux. »

Résistance du bacille aux causes de destruction, action des antiseptiques: tel est le titre du paragraphe suivant. On y voit, à propos de l'action de la chaleur, que le lait tuberculeux n'est plus dangereux après 5 minutes de chauffage à 85°.

A propos de la transmission expérimentale de la tuberculose, l'auteur passe en revue les divers modes d'inoculation, injection intra-péritonéale, sous-cutanée, intra-veineuse, dans la chambre antérieure de l'œil, sous l'épiderme par piqûres ou scarification, l'inhalation ou l'ingestion de matières tuberculeuses.

Il arrive ensuite à établir l'identité de la tuberculose des animaux et de celle de l'homme; il n'y a plus de doute que pour la tuberculose aviaire.

Dans la partie consacrée aux produits virulents il parle de l'usage de la viande et du lait des animaux tuberculeux. Il s'élève contre la gravité des mesures excessives qui affirment la nécessité de la saisie totale, quelle que soit la bonne qualité apparente de la viande, si limitées que soient les lésions tuberculeuses; et il approuve les prescriptions adoptées en Allemagne en 1892, et qui sont bien plus modérées, en ce sens qu'elles ne proscrivent pas l'usage de la viande des animaux tuberculeux, s'il n'existe pas de tuberculose généralisée.

A propos du lait, il cite ce fait qu'en Danemark on emploie aujourd'hui la pasteurisation du lait pendant 15 minutes à 65°, ce qui non seulement permet de conserver le lait et de ne pas l'employer de suite, mais pratique qui offre encore le grand avantage de supprimer à peu près tout le danger de l'usage du lait et de ses dérivés, le beurre et le fromage.

Enfin, arrivent la police sanitaire et la prophylaxie; l'auteur nous y montre les services que la tuberculine peut rendre pour aider à la prophylaxie.

Le chapitre II est consacré à la tuberculose du porc, moins fréquente que celle du bœuf. Le chapitre III à la tuberculose du cheval qui est relativement rare.

Le chapitre IV, à la tuberculose des petits ruminants, le mouton et la chèvre, qui sont très rarement tuberculeux, mais à qui on peut inoculer artificiellement la maladie.

Le chapitre V traite de la tuberculose du chien et du chat. Il cite des cas de tuberculose donnés par le chien et le chat à l'homme, et inversement. Aussi conseille-t-il d'éloigner des appartements les animaux qui toussent, comme étant dangereux surtout pour les enfants, leurs habituels compagnons de jeu.

Au chapitre VI et dernier, il se déclare partisan de l'identité de la tuberculose des oiseaux avec la tuberculose humaine. La cause de la tuberculose aviaire n'est pour lui qu'une variété de bacille de Kock. Il s'appuie sur ce que, par passages nombreux par le cobaye, on arrive à obtenir des lésions identiques à celles produites par la tuberculose humaine et quelle que soit la provenance du bacille, il est impossible de noter une différence entre les actions produites par les tuberculines préparées par l'un et par l'autre.

Il recommande en terminant l'usage de la tuberculine pour le diagnostic chez les oiseaux, précieuse pratique qui permet d'édicter les mesures de prophylaxie.

En somme, ce livre est une véritable et courte monographie de la tuberculose, car il touche à toutes les questions intéressant l'histoire de cette maladie et, au point de vue de la prophylaxie, il est destiné à rendre les plus grands services en permettant à tous, médecins, vétérinaires, hygiénistes, de se mettre au courant de la question de la tuberculose.

Dr Loir,
Directeur de l'Institut Pasteur de Tunis.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 522e et 523e livraisons.* (*Prix de chaque livraison, 1 fr.*) *H. Ladmirault et Cie,* 61, *rue de Rennes, Paris,* 1895.

Les 522e et 523e livraisons renferment une étude sur la détermination de la *latitude* en mer par M. Kerlero du Crano; une monographie géographique et historique du *Latium* par M. A. M. Berthelot; un article sur le genre botanique *Laurier*, l'histoire des conciles tenus dans la célèbre basilique de *Latran*, à Rome; la biographie du grand chimiste français *Lavoisier* avec une étude sur son œuvre par M. Marcelin Berthelot, membre de l'Institut; la biographie du cardinal *Lavigerie*, par M. F. Krüger, celle d'*E. Lavisse*, par M. C. Langlois, et celle du financier *Law*, par M. H. Monin.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 Avril 1895

M. **Agassiz** adresse une lettre sur la formation, par la Société des Chimistes américains, d'un Comité pour la souscription au monument que l'Académie a proposé d'élever à Lavoisier.

1° Sciences mathématiques. — M. **Zochios** énonce un certain nombre de théorèmes sur les substitutions. — M. **Mirinny** adresse une note ayant pour titre : Etude sur la synthèse mathématique et sur la résolution générale des équations. — M. **H. Faye** présente à l'Académie, au nom du président, M. Cruls, le travail de la Commission chargée de déterminer les localités du Brésil qui offriraient les plus sérieuses garanties de succès pour la translation de la capitale de cet empire dans une région plus saine et plus sûre; il donne la situation géographique du district proposé pour la capitale future. — M. **Cruls**, dans une lettre adressée à M. Faye, résume les opérations essentielles exécutées par la Commission d'exploration du plateau central du Brésil, dans le but d'y transférer la capitale.

2° Sciences physiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, un ouvrage de M. **Houette** ayant pour titre : Les courants de la Manche. — M. **Alfred Basin** adresse un mémoire intitulé : Le paquebot insubmersible. — M. **A. Poincaré** présente une nouvelle note sur les relations entre les mouvements atmosphériques et les mouvements de la lune; il signale les déplacements en latitude moyenne des lignes de maxima barométriques de la zone tempérée avec les mouvements en déclinaison de la lune, et montre que les conditions atmosphériques sont puissamment et régulièrement influencées par la lune à chaque révolution tropique et à chaque révolution du nœud. — M. **J. Macé de Lépinay** discute les expériences encore inachevées qu'il a entreprises pour la détermination de la masse du décimètre cube d'eau distillée à 4° ; d'après l'ordre de la grandeur possible de l'erreur finale, l'erreur sur la détermination de cette masse correspondra à 6 milligrammes. — M. **H. Poincaré** expose les considérations qui ont fait contester la signification de l'expérience de M. Fizeau sur le spectre cannelé, pour mettre en évidence la permanence du mouvement lumineux pendant un très grand nombre d'oscillations. Une analyse plus complète conduit aux mêmes conséquences que la clairvoyance de M. Fizeau avait devinées d'avance. — M. **de Thierry** décrit un nouvel appareil dit héma-spectroscope comparateur, spécialement destiné à la recherche des quantités infinitésimales de sang dans un liquide quelconque et à déceler sa présence dans les taches, etc. D'après l'auteur, cet appareil pourrait rendre des services à la Médecine légale, à la Chimie et à la Physique, par l'étude comparée des spectres d'absorption de liquides quelconques examinés sous une grande épaisseur. — M. **Pellat** décrit un appareil permettant de déterminer avec une grande précision le pouvoir inducteur spécifique des diélectriques solides ou liquides; il expose son mode d'emploi pour les solides. — M. **A. de Gramont** a déjà exposé une méthode d'analyse spectrale directe qui lui permet actuellement de reconnaître le sélénium dans les minéraux. Il donne la longueur d'onde des raies dont la présence a été observée d'une manière certaine dans les minéraux et qui offrent un caractère analytique ; il cite plusieurs minéraux qui donnent facilement les raies du sélénium. — M. **Guntz** a observé que le lithium pur absorbe l'azote à une température inférieure au rouge sombre; cette propriété permet de montrer facilement la présence de l'argon dans l'azote retiré de l'atmosphère et même de préparer ce gaz. — M. **Victor Delahaye** adresse une note : Sur l'argon considéré comme un azoture de carbone. — M. **E. Maumené** a reconnu que le sesquioxyde de manganèse provenant de la réduction du permanganate de potasse est soluble dans les eaux sucrées; il a pu en dissoudre $0^{gr},500$ dans 15 grammes de sucre et 30 grammes d'eau. De l'étude des composés formés et de l'action sur l'alcool et un grand nombre de matières organiques, l'auteur conclut que Mn^2O^3 doit être mis au rang des oxydants dont la réduction est lente. — M. **G. Denigès** indique comment on peut utiliser la combinaison de sulfate basique du mercure et de thiophène qu'il a signalée, pour le dosage quantitatif du thiophène; il indique un second mode de dosage plus facile que le précédent en profitant de la formation d'un autre composé peu différent. — M. **L. Vaudin** rend compte de ses expériences sur le phosphate de chaux du lait et formule ainsi ses conclusions : 1° Le lait contient de l'acide citrique à l'état de citrate alcalin, qui contribue à maintenir en dissolution le phosphate de chaux qui est contenu dans cette sécrétion. 2° Cette dissolution n'a lieu que grâce au rôle important que joue, dans ce phénomène, la lactose en présence des citrates alcalins. 3° Toutes les influences qui peuvent modifier ou détruire l'équilibre moléculaire des sels dissous dans le lait, tendent à précipiter du phosphate tricalcique avec excès de chaux à l'état de citrate.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **de Seynes** présente un mémoire sur la structure de l'hyménium chez un *Marasmius*. Les éléments de cet hyménium n'offrent aucun des caractères d'un baside; il montre une tendance très nette à prendre les caractères d'un revêtement épidermique. — MM. **Duparc et Ritter** ont entrepris une monographie géologique et pétrographique du grès de Taveyannaz, dans ses rapports avec le flysch. Ce grès est plutôt un conglomérat à petits éléments, constitué par de très petits galets de roches éruptives diverses et d'éléments détritiques. Ces roches ont beaucoup d'analogie avec celles du Vicentin. Le grès de Taveyannaz est donc probablement formé au détriment des projections volcaniques de cette région qui auraient été amenées par des courants marins. — M. **André Delebecque** envoie une note sur le carbonate de chaux de l'eau des lacs. La quantité de carbonate de chaux dissoute varie suivant la profondeur et suivant les saisons. M. Delebecque attribue ces différences, en partie à la décalcification par la vie organique, en partie aux variations de la tension de l'acide carbonique de l'air qui influe sur la quantité de bicarbonate de chaux dissous.

J. Martin.

Séance du 16 avril 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. B. Guccia** s'est demandé quel était l'abaissement produit dans le rang $nn'(n+n'-2)$ de la courbe gauche C suivant laquelle se coupent deux surfaces algébriques d'ordre n et n', quand les surfaces possèdent en un même point de l'espace des singularités quelconques. — M. **Petrovitch** donne deux formules relatives à la sommation des séries à l'aide des intégrales définies. — M. **R. Levavasseur**, en raison de l'importance qui s'attache à la recherche de tous les types de groupes de substitutions

dont l'ordre égale le degré, a indiqué tous les types correspondants aux ordres p^3, $p^2 q$, pq^2, $pq\,r$, p, q et r étant trois nombres premiers différents tels qu'on ait $p > q > r$. — M. **Stodolkievitz** donne les conditions d'intégrabilité pour le système général :

$$dx_{m+s} = X_{s,1}\ dx_1 + X_{s,2}\ dx_2 + \ldots + X_{s,m}\ dx_m,$$

dans le cas particulier où entre les variables x_i il y a deux variables indépendantes et toutes les autres sont variables dépendantes. — M. **C. Maltézos** remplace la règle de Rondelet sur les bois et les pièces chargées debout par la formule très simple :

$$\frac{N}{s} = -55.200\left(\frac{c}{a}\right)^2 + 10.150\,\frac{c}{a} - 113,4,$$

qui concorde parfaitement avec la précédente. La courbe des charges limites pour les bois, fer et fonte, entre des limites assez étendues du rapport de la longueur de la pièce au plus petit côté de la section transversale, se rapproche beaucoup et peut au besoin se remplacer par un arc d'une parabole unique.

2° Sciences physiques. — M. **J. Janssen** donne les résultats de diverses observations de températures minima faites cet hiver au sommet du mont Blanc et dans diverses stations intermédiaires. Le minima relevé au sommet a été trouvé de — 43°. — M. **Alexis de Tillo**, pour étudier la variation séculaire de la direction de l'aiguille aimantée, a coordonné systématiquement les meilleurs cartes magnétiques, 21 cartes isogoniques et 7 cartes isocliniques. L'ensemble du phénomène séculaire est représenté par des courbes irrégulières qui forment des 8 ou, en traits généraux, des lemniscates à boucles de différentes grandeurs. Le sens de la marche dépend de la partie de la courbe. — M. **N. Gréhant** s'est proposé de rechercher quels sont les gaz qui se dégagent des charbons maintenus incandescents par l'arc électrique ; il a reconnu qu'il se dégage de l'oxyde de carbone en petite quantité. Si l'éclairage a lieu dans des salles qui sont de faibles dimensions, comme certaines salles contenant des machines productrices d'électricité, le dégagement du gaz toxique dans l'air confiné peut contribuer à produire, chez les ouvriers, les maladies souvent très graves qui ont été constatées. — M. **Edouard Branly** a étudié la déperdition électrique par l'illumination de corps médiocrement conducteurs; l'observation du bois, du marbre, du verre chauffé, conduit à quelques résultats intéressants. Avec une illumination produite par un corps chauffé au rouge sombre, le phénomène dépend surtout de la surface du corps incandescent, la nature du conducteur illuminé paraît être sans effet ; au contraire l'éclairement par des rayons réfrangibles donne une déperdition qui dépend de la nature des surfaces. — M. **Daniel Berthelot** propose une nouvelle méthode pour prendre la température d'un milieu par le simple examen d'un rayon lumineux qui l'a traversé. Elle est fondée sur les propriétés des gaz, indépendante de la nature de l'enveloppe thermométrique et même de sa forme et de sa dimension; elle permet d'opérer sur les gaz contenus dans l'intérieur des hauts fourneaux du four électrique, etc. La méthode est particulièrement recommandable pour l'évaluation des hautes températures. — M. **L. Teisserenc de Bort** signale l'existence de variations anormales de pression avec la hauteur : 1° l'écart entre la pression mesurée et la pression calculée présente une variation diurne bien marquée ; les écarts négatifs augmentent de valeur et de fréquence pendant la journée ; 2° l'amplitude de la variation croît, dans une certaine mesure, avec celle de la température; elle est aussi maximum en été et minimum en hiver. — M. **Berthelot** a étudié le spectre de fluorescence de l'argon chargé de vapeurs de benzine et soumis à l'action modérée de l'effluve, dans certaines conditions où la dose de gaz absorbé ne dépasse pas quelques centièmes. L'apparition des raies par fluorescence, dès la pression atmosphérique semble indiquer l'existence d'une combinaison hydrocarbonée de l'argon, de l'ordre de l'acétylène ou plutôt de l'acide cyanhydrique, de même à l'état de dissociation électrique. La fluorescence et les raies de l'argon présentent des relations frappantes avec la fluorescence et les raies de l'aurore boréale et de la lumière zodiacale. — M. **Pagnoul** a effectué des recherches sur l'azote assimilable et sur ses transformations dans la terre arable : 1° les pluies, lorsqu'elles sont abondantes, peuvent donner lieu, sur les terres riches, à un entraînement considérable d'azote nitrique ; 2° les plantes qui recouvrent le sol peuvent empêcher cette déperdition, comme l'a déjà établi M. Dehérain ; 3° le sulfure de carbone, sans tuer le ferment nitrique, arrête momentanément son action ; 4° la forme ammoniacale paraît être un état transitoire que prend l'azote organique pour passer à la forme nitrique, et le sulfure de carbone ne fait que l'arrêter momentanément dans cette période de sa transformation ; 5° la forme nitreuse serait aussi un état transitoire et instable de l'azote passant de la forme organique à la forme nitrique. — M. **P. F. Clève** a reconnu la présence de l'hélium dans le gaz retiré d'un échantillon de clévéite. — M. **H. Le Châtelier** a préparé et étudié un certain nombre de combinaisons définies des alliages métalliques, les composés $SnCu^3$, Zn^2Cu, $AlCu$; tous ces corps sont durs et cassants comme les phosphures, les sulfures, les carbures et ne participent en rien à la malléabilité des métaux constituants. — M. **Louis Henry** a reconnu que les bases amidées $C_nH^2{}_n\ AzH^2$ réagissent avec énergie sur les aldéhydes aliphatiques ; le résultat final apparent consiste dans l'élimination d'une molécule d'eau et dans la formation d'une imine aldéhydique monosubstituée, selon la formule :

$$R-C\begin{matrix}O\\H\end{matrix} + H_2N-X = H_2O + R-C\begin{matrix}AzX\\H\end{matrix}$$

L'imine formée se polymérise en général. La réaction est d'autant plus intense et plus énergique que le poids moléculaire de l'aldéhyde et celui de l'amine sont moins élevés, c'est-à-dire que les composants COH et AzH^2 représentent une fraction plus considérable du poids des molécules totales. L'aptitude à la polymérisation des imines obtenues dépend à peu près des mêmes circonstances. — M. **H. Cousin** a préparé deux dérivés halogènes nouveaux de la pyrocatéchine, la pyrocatéchine trichlorée $C^6H^3Cl^3O^2$ et une pyrocatéchine bibromée $C^6H^4Br^2O^2$. — M. **Livache** établit que la distinction des huiles végétales en huiles siccatives et en huiles non siccatives est exacte, sous la réserve que l'oxydation des huiles ne s'effectue qu'à la température ordinaire. Les expériences montrent que la transformation en un produit élastique analogue à celui fourni par les huiles siccatives peut s'effectuer pour toutes les matières grasses sans exception, à condition de les soumettre à une température convenable. La transformation sera plus ou moins longue, mais le produit formé restera solide, et présentera, outre la transparence et l'élasticité, des propriétés chimiques identiques à celle de la linoxine.

3° Sciences naturelles. — MM. **Chauveau** et **Phisalix** fournissent une contribution à l'étude de la variabilité et du transformisme en microbiologie, à propos d'une nouvelle variété de bacille charbonneux (*Bacillus anthracis claviformis*). Cette nouvelle race qui s'obtient, en faisant passer le *B. Anthracis* dans un ganglion lymphatique du cobaye, est caractérisée par une absence totale de virulence, mais elle a perdu tout effet immunisant. — M. **Balland**, en rapprochant la composition de quelques avoines françaises de 1893 et 1894, montre que si le poids des grains, des cendres et de l'amande par rapport à la balle, n'a pas sensiblement varié pour les avoines de même provenance, il n'en est pas de même des matières azotées, des matières grasses et de la cellulose résistante.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Avril 1895.

M. **Hallopeau** fait une communication sur la signification des mots androgyne et gynandre. — M. le Dr **Lemaistre** lit un travail sur l'influence des poussières de porcelaine sur la santé des ouvriers et la fréquence de la sclérose suivant l'âge. — M. le Dr **Saint-Philippe** lit un mémoire sur les bons effets de l'antipyrine dans certaines diarrhées de l'enfance.

Séance du 23 Avril 1895.

M. **Dieulafoy** établit que les amas lymphoïdes des trois amygdales offrent, surtout chez les jeunes sujets prédisposés, une porte d'entrée et un asile sûr au bacille de la tuberculose. Il en résulte une forme de tuberculose parfois presque latente, souvent larvée, qui prend le masque de la vulgaire végétation adénoïde ou de la vulgaire hypertrophie amygdalienne. Cette tuberculose peut guérir; mais elle peut aussi envahir les réseaux lymphatiques et les ganglions lymphatiques du cou, en produisant des adénopathies cervicales tuberculeuses. Enfin, de ganglions en ganglions, de réseaux en réseaux, le bacille peut aborder la grande veine lymphatique ou le canal thoracique, être lancé par la circulation veineuse dans le poumon, et y constituer la tuberculose pulmonaire. — M. **Le Dentu** cite un cas de pneumatocèle consécutive à une fracture du crâne, guérie par la trépanation; il donne quelques indications sur le traitement de la pneumatocèle.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Avril 1895.

M. **Kauffmann** a décelé nettement la présence du glycogène dans le plasma du sang d'un animal rendu diabétique par l'extirpation du pancréas. — M. **Dastre** ne croit pas qu'on puisse en conclure que le glycogène soit à l'état libre dans le sang d'un animal à l'état normal. — M. **Garnault** expose ses recherches sur l'organe de Jacobson. — MM. **Rénon** et **Sergent** décrivent un cas de tuberculose aspergillaire chez l'homme, caractérisé par des lésions de pneumonie chronique scléreuse et par la disparition des bacilles. — M. **L. Lévy** décrit l'œdème de la substance cérébrale, tel qu'on le constate par l'examen microscopique. — M. **P. Richer** présente des photographies montrant sur un sujet en marche la contraction qu'il a appelée balistique. — M. **Noé** étudie l'influence de la tension artérielle sur l'élimination.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Avril 1895.

M. **Charpy** expose ses recherches sur la trempe de l'acier. Il résume d'abord l'état de la question. Les premières recherches précises ne datent que de 1868. C'est alors qu'on reconnut que l'acier ne prend la trempe que s'il a été chauffé au delà d'une certaine température voisine de 700°, et qui est celle à laquelle de l'acier, qu'on laisse refroidir lentement, manifeste le phénomène de la recalescence. Il se produit à ce moment un dégagement de chaleur qui suffit pour reporter l'acier au rouge clair. En même temps, il y a variation de la plupart des propriétés physiques. Ce phénomène thermique a ensuite été étudié avec plus de précision par M. Osmond avec le couple platine — platine rhodié de M. Le Châtelier. M. Osmond a découvert, en outre, deux autres dégagements de chaleur plus faibles vers 740° et 860°. M. Charpy étudie ces dégagements de chaleur en chauffant électriquement un échantillon d'acier, puis le laissant refroidir, et en traçant par inscription photographique la courbe des variations de température en fonction du temps, aussi bien pendant l'échauffement que le refroidissement. La courbe d'un acier très dur (à $\frac{8}{1000}$ de C) manifeste par un ressaut brusque l'absorption de chaleur à 700° pendant l'échauffement, et le dégagement correspondant pendant le refroidissement. La recalescence et les autres dégagements de chaleur plus faibles sont encore plus visibles si, à l'exemple de M. Osmond, on construit la courbe correspondant aux dérivées de la précédente, c'est-à-dire la courbe qui représente les variations de la vitesse d'échauffement ou de refroidissement. Pour des aciers moins durs, c'est-à-dire moins riches en carbone, la recalescence devient moins accusée, mais les autres dégagements de chaleur à 740° et 860° deviennent plus sensibles. Ces divers dégagements de chaleur se manifestent dans un refroidissement lent, mais dans le refroidissement brusque de la trempe ils n'ont plus lieu. La trempe semble donc consister dans la suppression de certains dégagements de chaleur, et cette suppression empêche en même temps certains changements d'état. La trempe maintient l'acier hors de son état normal. Le métal ne peut y revenir que si on le chauffe. M. Charpy a cherché à découvrir et à préciser le rôle des trois dégagements de chaleur principaux dans la variation des propriétés du métal. Le point A_1, relatif à 700°, est attribué depuis longtemps à une transformation du carbone. Un acier normal recuit contient un carbure Fe^3C, qui se décompose au-dessus de 700°. La trempe empêche la recombinaison du fer et du carbone, le carbone reste à l'état de dissolution. On en a une confirmation dans le traitement par l'acide azotique étendu. La dissolution d'un acier dans cet acide produit une coloration, due au carbure, et d'autant plus grande que la teneur en carbone combiné est plus grande. C'est là un mode de dosage rapide utilisé dans l'industrie; après la trempe, la coloration est beaucoup plus faible, car le carbone non combiné ne produit pas de coloration. Le point A_2 relatif à 740° correspond à un changement d'état caractérisé par la possibilité de déformations sous pression constante. Voici comment M. Charpy l'a démontré. En étirant un acier non trempé, la courbe des allongements en fonction des charges présente à un moment une partie rectiligne, c'est-à-dire qu'il se produit à un moment un allongement sous pression constante. Cette partie rectiligne se retrouve dans les courbes d'écrasement, de flexion, de torsion. Elle n'a plus lieu quand l'acier est trempé. S'il s'agit bien là d'un changement d'état comme la liquéfaction, la série des courbes pour diverses températures doit présenter des modifications analogues aux isothermes d'Andrews pour l'acide carbonique. Effectivement le palier horizontal se produit sous des charges plus faibles et à une étendue moindre à mesure que la température augmente. Ce changement d'état est encore confirmé par la variation rapide des propriétés magnétiques pendant l'allongement sous charge constante. Quant au point A_3 relatif à 840°, il semble, d'après M. Charpy, n'avoir aucune influence sur les propriétés mécaniques. Mais il correspond à une variation des propriétés magnétiques signalée par M. Curie. — MM. **Abraham** et **J. Lemoine** présentent deux modèles d'électromètres absolus, destinés aux potentiels très élevés. Ce sont des électromètres-balance. L'un est un appareil de précision destiné à donner le $\frac{1}{100}$ et capable de mesurer jusqu'à 45.000 volts. L'autre est un modèle simplifié permettant d'atteindre 100.000 volts; il donne encore le centième. Dans le modèle de précision, le plateau attiré a un diamètre de 6 centimètres et est au centre d'un anneau de garde de 11 centimètres. Il est suspendu à l'extrémité du fléau d'une balance de précision à court fléau, portant un contrepoids à l'autre extrémité. Il est maintenu centré dans le plan de l'anneau par des cordons légers à peine tendus. La balance, le plateau et l'anneau de garde sont reliés au sol. L'autre plateau, qu'on fait communiquer avec le conducteur dont il s'agit de mesurer le potentiel, est porté par une genouillière montée sur un pied à crémaillère et ses déplacements peuvent être mesurés au centième de millimètre. La genouillère sert à réaliser le paral-

lélisme des deux plateaux. C'est avec l'œil qu'on règle, et avec une grande précision, le plateau central par rapport à l'anneau de garde. Les plateaux ont été travaillés par le procédé de retouches locales et sont dressés au centième de millimètre. On peut opérer en équilibre instable en soulevant le plateau inférieur jusqu'à ce que l'attraction équilibre la surchage. La balance culbute alors. Les mesures se font ainsi très nettement. On peut aussi opérer en équilibre stable, car le fléau porte au-dessous du couteau central un quatrième couteau auquel on peut suspendre un poids variable. Les mesures d'un même potentiel pour des distances différentes entre les deux plateaux confirment la sensibilité du millième. Dans le modèle simplifié, le réglage des plateaux se fait en fléchissant légèrement les tiges de support qui sont en cuivre doux ; d'autre part, l'isolement a été renforcé. — M. **Pierre Weiss** a modifié d'une manière ingénieuse le galvanomètre astatique de Thomson à quatre bobines, et en a beaucoup accru la sensibilité. Le système astatique est formé de deux longues aiguilles verticales parallèles à l'axe de rotation et dont les pôles de noms contraires sont en regard. Ces deux petits barreaux sont collés sur une bande de mica. Les avantages de ce dispositif sont faciles à apercevoir. La sensibilité d'un système astatique est d'autant plus grande que le moment magnétique est plus grand par rapport au moment d'inertie. Aussi, dans la disposition ordinaire, a-t-on avantage à prendre des barreaux aussi courts que possible et à en disposer parallèlement plusieurs dans chaque paire de bobines. Mais on est limité dans cette voie par la force démagnétisante que les aimants voisins exercent entre eux. Au contraire, le nouveau dispositif formant un circuit magnétique presque fermé, la force démagnétisante est presque nulle, et on peut donner à l'acier le maximum d'aimantation permanente. Puis, en rapprochant les deux aiguilles, on augmente à volonté le rapport du moment magnétique au moment d'inertie. On a également avantage à rapprocher les deux paires de bobines jusqu'au contact et à prendre leur diamètre extérieur aussi petit que possible. On peut restreindre ce diamètre : car M. Weiss démontre qu'on a intérêt à diminuer la valeur généralement adoptée pour le rapport du diamètre extérieur au diamètre intérieur et à la prendre égale à 3. En appelant, avec MM. Ayrton Mather et Sumpner, sensibilité d'un galvanomètre, le nombre de divisions qu'il indique pour 1 microampère divisé par la racine carrée de la résistance, l'échelle étant à une distance du miroir égale à 2000 divisions, et la durée de l'oscillation simple étant de 5 secondes, l'auteur a pu, avec un instrument d'essai, grossièrement réalisé, sans le secours d'un constructeur, obtenir une sensibilité égale à 1500 alors que le premier galvanomètre bolométrique de Langley ne donnait que 31, et que le galvanomètre le plus sensible qui soit connu, l'appareil récent de M. Wadsworth, ne donne que 1300, et encore cette valeur n'a-t-elle été atteinte qu'en construisant des bobines suivant le profil théorique et avec du fil de cinq grosseurs différentes. Enfin le dispositif de M. Weiss a encore l'avantage d'assurer une grande constance à l'aimantation ; l'amplitude de l'impulsion est bien proportionnelle à la quantité d'électricité induite, l'astaticité est plus facile à réaliser, et le système est moins sensible aux trépidations. — M. **Pellat** présente, au nom de M. **Molteni**, un nouveau chalumeau pour la lumière oxyéthérique. Dans ce modèle, la carburation de l'oxygène par l'éther ou la gazoline se produit sans danger, car l'appareil est bourré de laine d'amiante imbibée, et l'espace offert au mélange détonant est très petit. L'oxygène ainsi carburé peut remplacer le gaz d'éclairage pour alimenter un bec Drummond. M. Molteni a combiné aussi un nouveau modèle de régulateur à main pour arc électrique et en a rendu commodes les divers mouvements de déplacement.

Edgard Haudié.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 22 Mars 1895.

M. **Engel** a reconnu qu'à la température de 15° à 16°, l'acide chlorhydrique attaque le cuivre jusqu'à une dilution représentée par $HCl+10H^2O$. L'attaque rapide avec l'acide concentré, surtout si l'on a ajouté un peu de chlorure de platine, devient extrêmement lente, même pour des concentrations de beaucoup supérieures à $HCl+10H^2O$, lorsque l'acide se trouve saturé de chlorure cuivreux. Il faudrait plusieurs années pour atteindre la limite où s'arrête la réaction. — M. **Simon** a reconnu que, dans la condensation des bases aromatiques primaires avec les éthers de l'acide pyruvique il se forme, pour chaque terme, un produit blanc, bien cristallisé, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool chaud, un peu dans l'éther, le benzène et le chloroforme. Ces composés n'ont aucun rapport avec les produits résultant de la condensation de l'acide pyruvique avec les bases. Leur équation de formation serait :

$$CH^3-CO-CO^2R+CH^3-CO-CO^2R+2C^6H^5AzH^2 = \begin{matrix} CH^3-C & -CO-CH^2-C & -CO^2R \\ \| & & \| \\ Az-C^6H^5 & & Az-C^6H^5 \end{matrix} + 2H^2O+ROH.$$

Il y aurait soudure de deux chaînes carbonées ; on aurait une condensation analogue à celle observée par Classen et Wislicenus en présence du sodium, ou à celle réalisée par Miller et Plochl avec l'aldéhyde en présence d'aniline. — M. **Tanret** a reconnu que les pentacétines du glucose ou les hexacétines des inosites actives fondues dans un tube effilé restent amorphes en se solidifiant. A cet état, leur point de fusion est notablement abaissé : la pentacétine α fond à 52° (primitivement 130°), la pentacétine β fond à 35° (primitivement 86°). Mais ces corps amorphes portés, α à 100° pendant quelques secondes, β à 60° pendant 7 à 8 heures, recristallisent et reprennent leurs points de fusion primitifs 130° et 86°. La même transformation s'accomplit aussi en solution. On observe au moment de la transformation un dégagement de chaleur très notable. Il y a donc une grande analogie entre ces phénomènes et ceux que présente le soufre. M. Tanret a pu, en maintenant fondu à 105° du glucose anhydre, l'obtenir cristallisé. Le glucose ainsi cristallisé aurait en solution récente un pouvoir rotatoire moindre que le glucose ordinaire. En quelques heures ce pouvoir remonte $\alpha_D = +52°$. Le glucose posséderait donc la trirotation. — M. **Maumené** applique sa théorie générale à un borure de fer signalé par M. Moissan. — M. **Rosenstiehl**, répondant à une communication antérieure de M. Prudhomme, démontre qu'il a nettement défini ce qu'il y a de spécial dans la fonction chimique des rosanilines : ces corps sont à la fois alcools et amines. Il répond aussi à une objection de M. Prudhomme qui se refuse à voir dans les fuchsines des éthers, que cette fonction est la conséquence de leur constitution. Ces corps sont à la fois éthers et amines. Ils ressemblent aux sels. Ce caractère, très net pour les dérivés triamidés, s'atténue pour les dérivés diamidés. Au contraire, le caractère alcoolique va en s'accentuant dans les dérivés du triphénylméthane entre deux extrêmes, d'une part, le triphénylcarbinol à caractères voisins des acides et, d'autre part, son dérivé triamidé nettement basique. — M. **Prudhomme** a reconnu que, relativement à la propriété de former des laques solides avec l'alizarine dans l'eau distillée, la glucine se conduit comme les protoxydes. On sait que, dans ces conditions, les sesquioxydes ne donnent ces composés qu'avec le concours de la chaux. — M. **Causse** a adressé une note sur le dosage de l'azote organique par le procédé de Kjeldahl. Il a étudié d'abord l'influence des doses variées de mercure ou de son oxyde, puis celle du sulfure de sodium, enfin celle de la soude, sur le pourcentage en azote.

E. Charon.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 Mars 1895.

M. Zdenek Peske propose, pour la détermination volumétrique du sucre, de se servir d'une solution cuprique ammoniacale. Sa méthode n'est qu'une modification de celle de Pavy. Il empêche la rapide oxydation de la solution cuprique réduite en recouvrant cette solution d'une couche d'huile de paraffine à point d'ébullition élevé. L'auteur a essayé aussi de faire passer dans la liqueur un courant de gaz indifférent, mais n'est point arrivé par ce moyen à des résultats satisfaisants. — **M. Otto Bosek** a repris l'étude de l'action de l'hydrogène sulfuré sur les solutions d'acide antimonique; un excès d'une solution aqueuse d'hydrogène sulfuré sur une solution d'acide antimonique, à la température ordinaire, produit du pentasulfure d'antimoine, ce qui est d'accord avec les résultats obtenus par Bunsen. Si l'on fait agir l'hydrogène sulfuré sur des solutions d'acide antimonique, la quantité de pentasulfure d'antimoine formé augmente si l'on abaisse la température et si l'on accroît la force du courant d'hydrogène sulfuré. Mais, au contraire, il y a augmentation de la quantité de trisulfure si l'on élève la température ou si l'action de l'hydrogène sulfuré devient moins vive. — **M. B. Brauner** : Action de l'hydrogène sulfuré sur les acides antimonique, arsénique et tellurique. L'auteur représente cette action par les équations suivantes :

$$(1)\qquad 2H^3SbO^4 + 5H^2S = Sb^2S^5 + 8H^2O$$
$$(2)\qquad 2H^3SbO^4 + 5H^2S = Sb^2S^3 + S^2 + 8H^2O.$$

Il se forme probablement en premier lieu une modification du pentasulfure, à laquelle on peut attribuer la formule : H^3SbS^4. Si l'on chauffe de l'acide antimonique avec de l'hydrogène sulfuré en solution contenant de l'acide hypochloreux ou de l'acide sulfurique, on a un précipité de pentasulfure d'antimoine; on n'obtient pas d'acide oxysulfoantimonique ni d'oxysulfoantimoniate, comme cela est le cas pour l'acide arsénique. A la lumière solaire le pentasulfure d'antimoine est converti en trisulfure et en soufre comme lorsqu'on le chauffe à 220°. — **M. Bohuslav Brauner** a continué ses recherches relatives à la détermination du poids atomique du tellure et a trouvé pour ce corps le chiffre 127,71, différent de 0,86 de celui attribué à l'iode (126,85). La position occupée par ce corps dans le système périodique ne lui assigne pour poids atomique que 123-125. L'auteur incline à croire que le tellure n'est pas un corps simple. — **M. G. Harvis Morris** : Sur l'hydrolyse de la maltose par le ferment. — **M. Gérold T. Moody** fait une communication sur l'acide éthylbenzène-sulfonique dont il étudie les sels et les modifications isomériques. — **MM. A.-G. Perkin** et **J.-J. Hummel** ont trouvé que les principes colorants qui se trouvent dans la *Todalia aculeata* et l'*Edovia melixefolia* sont dus à la présence de la berbérine. — **MM. F. Stanley Kipping** et **William J. Pope** décrivent une nouvelle série de chlorures sulfoniques dérivés du camphre et isomères des chlorures sulfoniques ayant pour composition $C^{10}H^{17}ClSO^2Cl$; ils proposent de nommer ces corps chlorures de chlorocamphènesulfonique. Ils ont préparé le chlorure d'α chlorocamphènesulfonique; l'α chlorocamphènesulfonamide $C^{10}H^{14}ClSO^2AzH^2$; l'α dichlorocamphène $C^{10}H^{15}Cl^2$; le chlorure de β chlorocamphènesulfonique et la β chlorocamphènesulfonamide.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 14 Mars 1895.

1° Sciences physiques. — **M. E. Suen** fait voir deux photographies de la Lune faites par **MM. Lœwy et Puiseux** à l'aide du grand équatorial coudé et fait une longue communication sur les conclusions qu'il est possible d'en tirer. — **M. v. Hepperger** adresse un mémoire sur la quantité de lumière envoyée par la Terre à la Lune.

2° Sciences naturelles. — **M. Carl Diener** : Sur les céphalopodes de certaines parties de la Sibérie, particulièrement du côté de Wladiwostok. — **M. Czapek** : Sur l'héliotropisme et le géotropisme. — **M. K. Budlay** : Sur l'ostéogénésie.

Séance du 21 Mars 1895.

1° Sciences mathématiques. — **M. Victor v. Dautscher** : Ellipses passant par trois points donnés et assujetties à certaines conditions. — **M. Eduard Weyr** : Théorie du mouvement d'un système soumis à un certain nombre de liaisons. — **M. A. Wassmuth** : Sur les transformations et les changements de coordonnées. — **M. Leonhard Fleischmann** : Répartition du courant électrique à la surface d'un corps animé d'un mouvement de rotation.

2° Sciences physiques. — **MM. G. v. Georgievics** et **E. Lowy** : Sur la théorie de la teinture. L'étude de l'équilibre qui se produit entre le bleu de méthylène, l'eau et la cellulose satisfait aux lois énoncées précédemment par l'auteur; les résultats sont indépendants de la structure de la matière teinte. Quand la température varie, les effets varient avec cette matière.

CHRONIQUE

L'EMPOISONNEMENT DES RIVIÈRES EN AUSTRALIE

Que les progrès de la civilisation soient surtout marqués par les perfectionnements successifs apportés à tous les engins de destruction, ce n'est une idée nouvelle pour personne : chacun sait, au moins en gros, à quels résultats on est aujourd'hui parvenu à cet égard; et qui donc n'a jamais rêvé aux forces nouvelles dont la science disposera demain?

Mais le point de départ, les armes, les moyens plutôt, dont l'homme a usé d'abord soit pour sauvegarder sa sécurité, soit pour assurer sa subsistance, ne voilà-t-il pas un sujet vers lequel on tourne moins souvent ses yeux et sa pensée? Il ne peut s'agir pour nous que d'en montrer un très petit côté; encore l'intérêt en est-il piquant, car nous voulons parler de peuplades considérables qui, à notre époque et sur la même terre qu'une race très avancée, encadrées pour ainsi dire par cette race, vivent encore d'une existence qui ne doit rien qu'à la nature, à peu près comme aux premiers âges de l'humanité.

Il n'y a guère plus d'un siècle que l'Europe se préoccupe de l'Australie. En 1750, Cook y plante le pavillon britannique; en 1788, le gouverneur Philipp y amène un millier de condamnés, des *convicts*, qui sont les premiers colons de ce continent aussi vaste que l'Europe. D'autres y viennent après ceux-là [1]; l'élevage prend des proportions incroyables; la prospérité se développe rapidement; enfin, vers 1860, l'existence de gîtes aurifères étant soupçonnée, puis confirmée, c'est de toutes les parties de l'univers que se précipitent en foule des explorateurs avides.

Bien que tout le monde sache cela aujourd'hui, ces souvenirs sont bons à rappeler pour rendre invraisem-

[1] Depuis longtemps déjà l'Australie n'est plus le centre de déportation que l'on s'imagine trop souvent. La colonie de Victoria n'a jamais laissé aborder sur sa rive la lie de la métropole; la Nouvelle-Galles du Sud n'a subi ces importations pestilentielles que jusqu'en 1840, et, depuis 1850, la Tasmanie elle-même ne reçoit plus de convicts.

blable ce fait que, au centre d'une population totale de plus de quatre millions d'habitants, se maintiennent encore des aborigènes étrangers ou réfractaires à toute tentative de culture sociale : auprès d'eux passe, sans les entraîner, le grand courant économique qui, chaque jour, depuis un siècle, a rapproché davantage leur pays des nations civilisées.

Naturellement ils échappent à la statistique encore plus qu'à la civilisation. Le recensement de 1891 ne donne comme exacts que les chiffres relevés dans la Nouvelle-Galles du Sud (8,280) et dans Victoria (565). On est réduit à des conjectures pour le Queensland (70,000), pour l'Australie du Sud (23,700), pour l'Australie du Nord. Au total on parle ordinairement de 200,000.

Ces aborigènes vivent uniquement de leur chasse et de leur pêche. Contre les oiseaux, ils ont, en plus de leurs flèches rapides, cette arme non moins sûre, le *boomerang* [1], dont le maniement est resté pour tous les voyageurs un objet d'étonnement et d'admiration. Contre les poissons, ils ont recours à des procédés plus primitifs encore et auxquels s'attache pour nous comme un renom de barbarie : avec la belle insouciance de nomades qui peuvent dévaster une région, quitte à se transporter ailleurs où les appellent des ressources nouvelles, ils empoisonnent les rivières et les étangs.

Le problème se pose de savoir à quels végétaux sont empruntés des poisons tels que la chimie la plus savante hésiterait peut-être à en citer d'aussi actifs. C'est précisément le point sur lequel ont attiré l'attention les recherches du Dr Greshoff, attaché au fameux jardin botanique de Buitenzorg (Java). A son tour, M. H. Maiden, de Sydney, en a fait l'objet de ses études, et, dans un numéro de l'*Agricultural Gazette of New South Wales* [2], tout en sollicitant les renseignements dont pourraient profiter ses travaux, il publie la liste des plantes que les noirs utilisent, à sa connaissance, pour prendre du poisson.

« D'une manière très générale, dit en substance M. Maiden, les écorces ou les feuilles que l'on jette dans les cours d'eau pour tuer, ou au moins pour engourdir le poisson, renferment des éléments tanniques; mais, sans rien affirmer, j'incline à penser que l'agent vraiment actif est une saponine analogue à celle qui donne à l'écorce de nos acacias, par exemple, son goût persistant d'amertume. Quoi qu'il en soit, nul doute que l'analyse chimique des plantes qui nous occupent ne puisse fournir la matière d'une étude originale et féconde. »

Voici comment procèdent à l'ordinaire les nègres de la Nouvelle-Galles du Sud. Dans la largeur d'un cours d'eau, ils plantent des pieux destinés à retenir des claies d'écorce ou des paquets, des bottes de feuillage. En très peu de temps le poisson effaré, éperdu, comme enivré, vient se heurter contre la digue, et les noirs postés à proximité s'en emparent facilement. Cette sorte d'ivresse ne se prolonge guère au delà d'une heure environ et ne laisse après elle aucune trace fâcheuse au point de vue de l'alimentation.

Sir W. Mac Arthur, en ces derniers temps, aurait établi que, dans les comtés de Cumberland et de Camden (Nouvelle-Galles du Sud) les aborigènes emploient l'écorce de l'*acacia falcata*, un petit arbre qui se rencontre dans les districts côtiers, connu quelquefois sous le nom de *nickory* (noyer d'Amérique) et vulgairement désigné dans le pays par le mot de *wcetjellan*. Chose curieuse : les noirs font aussi usage de cette écorce pour des pansements dans le cas de certaines maladies cutanées.

Tout à fait au sud de la même colonie, on se sert de l'écorce et des feuilles d'un autre *nickory* ou « bois noir » (*acacia penninervis*).

Les nègres de l'intérieur du Queensland emploient dans les petits lacs l'écorce du « goobang » ou « cooba », saule indigène (*acacia salicina*). Au contraire, dans le Queensland du nord, la préférence est pour le manglier aquatique frais (*Barringtonia racemosa*), vulgairement « Yakooro », dont l'écorce est d'abord débitée en petits morceaux, puis martelée sur la pierre. Quant à une autre variété, le *Barringtonia speciosa*, qui croît aussi dans le Queensland, les Australiens le dédaignent; mais il est, dit-on, très apprécié pour le même usage par les indigènes des îles Fidji ; seulement on se sert de l'enveloppe extérieure du fruit, et non pas de l'écorce à proprement parler.

Avec le *Carcya australis*, autre précaution : pour des raisons ignorées, les noirs emploient l'écorce de la racine dans les eaux salées et l'écorce de la tige dans les eaux douces.

Ailleurs on préfère l'écorce broyée du *Cupania pseudorhus;* ailleurs encore, les feuilles pilées de la *Derris uliginosa*.

La *Derris elliptica* est plus en faveur à Java et, semble-t-il aussi, dans l'île de Bornéo. Examinée par le Dr Greshoff, elle a révélé des propriétés extrêmement vénéneuses : une décoction de racine, au 300.000e, est fatale à un poisson. Le seul élément actif que l'on ait pu isoler, mais non à l'état de pureté, est une substance résineuse, nommée *derrid*, qui ne contient pas d'azote et n'est pas une glucose. A peine soluble dans l'eau, elle se dissout au contraire avec facilité dans l'alcool, dans l'éther, dans le chloroforme; mêlée à de la potasse, elle donne des acides salicylique et protocatéchique; une solution dans l'alcool produit un réactif légèrement acide qui entraîne pour des heures l'insensibilité partielle de la langue. Au 500.000e, la solution est presque instantanément mortelle pour le poisson.

Quant à l'eucalyptus, pourtant si répandu, on ne voit pas qu'il soit d'un grand usage ; à peine est-il nommé par quelques voyageurs. Sir Thomas Mitchell dit, par exemple, en parlant du Lachlan : « La rivière offre des endroits profonds et nous comptions sur une bonne pêche; mais notre guide nous apprit que le lit avait été récemment empoisonné, d'après la coutume adoptée par les indigènes pendant la saison sèche. En effet, tous les trous étaient remplis de branches fraîches d'eucalyptus, et le courant en prenait une teinte noire. » Il s'agit probablement de l'*Eucalyptus microtheca*, que M. E. Palmer dit avoir vu employer de la même façon dans l'intérieur du Queensland.

Signalons enfin, comme servant au même but, d'après divers témoignages : le *Tephrosda purpurea*, nommé en quelques endroits *Jerril-jerry ;* le *Buffa ægyptiaca* à l'état vert, une variété de courge dont le nom est *bun-bun ;* un *Polygonum*, probablement le *Polygonum orientale*, qui agit si bien que les poissons ne tardent pas à apparaître mourants, le ventre en l'air, à la surface de l'eau, sans rien perdre d'ailleurs de leurs qualités alimentaires, etc., etc.

Tels sont, ajoute en terminant M. Maiden, quelques-uns des très nombreux végétaux actuellement connus comme employés contre le poisson. Si incomplète que soit l'énumération, encore vaut-il la peine de rechercher scientifiquement à quelle substance est due leur action. C'est évidemment par hasard que les aborigènes l'ont découverte ; aux savants de l'expliquer.

Achille Laurent.

[1] Nous avons eu entre les mains un *boomerang* rapporté par M. le Dr Adrien Loir, ancien directeur de l'Institut Pasteur australien. C'est une sorte de latte assez mal dégrossie, et recourbée, dont les deux branches, de 30 centimètres environ, forment un angle de 110 à 120°. Cet engin, lancé avec force, suit d'abord, à un pied du sol, une ligne horizontale, puis brusquement se redresse à 20 ou 30 mètres du chasseur, et, dans son tr jet vertical, va frapper la proie visée.

[2] H. Maiden : Fish-poisons of the Australien aborigenes, in *Agricultural Gazette of New South Wales*, no du 1er juillet 1894.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

6e ANNÉE N° 10 30 MAI 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

UNE SCIENCE NOUVELLE : LA BIOMÉCANIQUE

Le but de l'Embryogénie est, comme on sait, de découvrir les phases successives que parcourt le jeune être, depuis l'état d'œuf jusqu'à celui de plante parfaite ou d'animal complètement développé. Les naturalistes de tous les pays se sont appliqués, avec un zèle admirable, à cette tâche ; d'innombrables travaux, portant sur tous les types d'animaux et de végétaux, ont fait la lumière sur presque tous les points, et l'on peut dire qu'il ne nous reste rien de bien essentiel à apprendre sur ce chapitre. L'Embryogénie descriptive, c'est-à-dire *le comment* de l'autogenèse est à peu près connue.

Par contre, *le pourquoi* de l'ontogenèse reste dans une obscurité presque complète. Par *le pourquoi*, il faut entendre ici non pas la raison finale, mais la cause immédiate des phénomènes. On sait très bien que l'œuf fécondé est une simple cellule, que, pendant le développement, il se divise et que toutes les cellules nées de sa division font de même, toujours dichotomiquement, jusqu'à ce que le matériel cellulaire qui forme la substance de l'être ait été produit en totalité. On connaît les arrangements successifs que prennent toutes cellules jusqu'à ce que la forme définitive ait été enfin réalisée. Mais on ne sait pas pourquoi les cellules prennent les places et les dispositions qu'on leur voit prendre, pourquoi elles s'arrangent suivant les groupements si variés que nous montrent les stades successifs de la vie embryonnaire. On sait aussi quelles formes, quels caractères histologiques revêtent les cellules à chaque stade; mais on ne sait pas pourquoi l'une devient cellule nerveuse, l'autre fibre musculaire, une troisième élément glandulaire, une autre enfin, élément conjonctif. En un mot, on sait *le comment* de la différenciation anatomique et histologique, on n'en connaît pas *le pourquoi*. Et, chose singulière, cette question, importante entre toutes, semble avoir, moins que beaucoup d'autres, excité la sagacité des naturalistes. La cause en est sans doute qu'il fallait bien connaître les phénomènes avant de chercher leur interprétation; sans doute aussi cela tient, pour une part, à ce qu'il est plus facile de décrire une chose que de l'expliquer. Toujours est-il que, pour cent travaux d'embryogénie descriptive, il en est à peine un relatif aux causes de l'évolution ontogénétique.

Encore la plupart de ceux qui ont tenté d'expliquer l'ontogenèse ont-ils eu recours à l'hypothèse plutôt qu'à l'expérience. Le problème semble si ardu, si difficilement accessible à l'expérimentation, et, d'autre part, la tendance est si forte de devancer par l'imagination le progrès si lent de l'observation et de l'expérience, qu'il n'en pouvait être autrement.

Notre but ici n'est pas de résumer même brièvement ces théories ni de les critiquer [1]. Rappelons seulement que les théories les plus en honneur

[1] Cette étude et cette critique ont trouvé place ailleurs, avec tous les développements qu'elles comportent dans l'ouvrage suivant qui sort de presse en ce moment :

Yves Delage. *La structure du Protoplasme et les Théories sur l'Hérédité et les grands problèmes de la Biologie générale.* In-8°, xvi-875 pages, avec figures. Paris, Reinwald, 1895.

aujourd'hui demandent l'explication de tous les phénomènes à la *prédétermination des caractères*. Tous les caractères et propriétés de l'organisme futur seraient représentés dans l'œuf fécondé par autant de germes distincts, qui n'auraient qu'à se développer pour éclore et se montrer au point et au moment voulus, et qui, contenant en eux-mêmes toutes les raisons de leur évolution ne demanderaient rien aux conditions ambiantes que ces forces banales, chaleur, lumière, humidité, aliments, partout également nécessaires à l'entretien de la vie.

Or, ces théories sont condamnées par les faits. L'isotropie de l'œuf, démontrée par les travaux de Pflüger, de Driesch et de O. Hertwig, leur est fatale, et les phénomènes de régénération, de dichogénie, etc., leur portent le dernier coup.

Pour qui veut raisonner d'après les données positives de l'expérience, il n'y a pas dans l'œuf de *germes prédestinés*. D'autre part, l'hérédité n'est point, comme quelques-uns semblent le croire, une force directrice de l'évolution; elle n'est qu'une catégorie de phénomènes; elle n'explique rien et demande elle-même à être expliquée. En sorte que la question se pose ainsi : Comment l'œuf, — simple cellule de constitution physico-chimique déterminée, mais non composé de germes prédestinés, — abandonné à lui-même, sans le secours de forces évolutrices spécialement chargées de le conduire, peut-il parcourir les phases successives de son développement ?

Il s'agit donc de chercher s'il n'existe pas de forces qui, agissant sur l'œuf pendant son développement, déterminent, pour chaque cellule, au moment voulu, sa position dans l'ensemble et le sens de sa différenciation histologique. Car tout, en somme, dans les êtres organisés, quels qu'ils soient, se réduit à ces deux facteurs : l'arrangement des cellules et leur différenciation histologique; tout le problème de l'ontogenèse se ramène à ces deux questions posées à chaque cellule : *Comment es-tu venue ici? Comment es-tu devenue cela?*

Évidemment, il ne saurait être question, à l'époque actuelle, d'aborder ainsi la question dans toute sa généralité, et ce sera beaucoup si nous arrivons à montrer qu'il existe, indépendamment de germes prédestinés et de tendances héréditaires quelconques, des forces agissant sur l'arrangement des cellules et sur leur différenciation histologique. Or, ces forces existent et il est facile de le montrer.

I. — Facteurs de la différenciation anatomique.

Les principaux facteurs de la différenciation anatomique sont les *tropismes* et les *tactismes*, c'est-à-dire les déplacements des cellules et des organes sous l'influence des agents mécaniques, physiques, chimiques ou physiologiques. On dit qu'il y a *tropisme* lorsqu'une partie se déplace par torsion ou flexion, sans que les relations des cellules, les unes par rapport aux autres, soient modifiées, par exemple lorsqu'une fleur se tourne vers la lumière ou qu'une racine s'infléchit vers le sol; il y a *tactisme*, au contraire, quand des cellules libres se déplacent et contractent de nouveaux rapports, ainsi lorsque des leucocytes se portent sur un point pour attaquer et détruire des tissus mortifiés. D'une manière générale, on peut dire que tous les agents exercent sur tous les éléments un tropisme ou un tactisme fort ou faible, parfois si faible qu'il paraît nul, positif ou négatif, c'est-à-dire attirant les cellules vers la source d'influence ou les repoussant loin d'elle.

Citons, entre autres, la pesanteur, le contact, la pression, la chaleur, la lumière, l'électricité, l'humidité, les agents chimiques de toute nature, enfin, les éléments cellulaires eux-mêmes qui exercent les uns sur les autres, et selon leur nature, des attractions ou des répulsions.

La plupart de ces tropismes sont bien connus, surtout des botanistes qui, chaque jour, observent les effets du géotropisme positif sur les racines, négatif sur les tiges, du thermotropisme, du phototropisme, etc., etc., sur la plupart des plantes. Mais ces phénomènes ne se montrent d'ordinaire que sur les plantes développées; il reste à prouver qu'ils se manifestent également pendant l'ontogenèse sur les éléments nés de la division de l'œuf, exercent leur influence sur les dispositions relatives que prennent ces éléments, et déterminent ainsi leurs groupements en tissus, et l'arrangement des organes d'où résulte la forme du corps.

Pfeffer (1888) a montré que des cellules animales ou végétales, isolées ou plus ou moins libres (Bactéries, Flagellates, Volvoces), sont sensibles à une grande variété d'excitants chimiques, se rapprochant des uns, s'écartant des autres, selon leur nature, chacune ayant en quelque sorte un coefficient chimiotactique propre.

Roux (1894) [1], en isolant les blastomères d'un œuf segmenté et en examinant leurs mouvements dans un liquide indifférent, a constaté que les uns s'attiraient et les autres se repoussaient, et il a donné le nom de *cytotropisme* à ce phénomène. Il eût mieux fait de dire *cytotactisme*. Ces forces attractives et répulsives existaient aussi dans l'œuf intact et ne pouvaient manquer d'exercer une influence sur la position relative des éléments et sur la forme de l'ensemble. L'action attractive de l'oxygène sur les leucocytes et sur les divers élé-

[1] Avant lui, Hartog avait décrit sous le nom d'*adelphotaxie* des phénomènes très semblables.

ments est bien connue. Aussi, toutes les fois que l'on voit, dans un embryon, des éléments libres se porter vers les points où l'oxygène a un plus facile accès, on est en droit d'attribuer leur déplacement à un chimiotactisme dont ce corps est l'agent. Herbst (1894) attribue à cette cause la migration des blastomères dans l'œuf de l'insecte, du centre, où ils prennent naissance, vers la surface où ils se rendent tous. D'ailleurs, ce chimiotactisme n'est pas égal pour tous les éléments; il est plus grand pour certains, moindre pour d'autres, négatif pour d'autres encore, chacun selon sa nature se rendant au point où la proportion d'oxygène est *optima* pour lui. Je ne doute pas que, dans les Éponges, la sortie des cellules ectodermiques, d'abord internes chez la larve libre, puis externes après la fixation, et la rentrée des cellules ciliées qui suivent une marche inverse, ne soient dues à ces causes. Lorsque l'on voit, dans la plupart des larves, les cellules mésodermiques, libres entre les deux feuillets principaux, se porter, les unes sous l'épiderme pour former le derme et les muscles du corps, les autres contre l'endoderme pour former son chorion, le parenchyme de ses glandes et les muscles de la vie végétative, il est naturel d'attribuer ces mouvements à un cytotactisme émanant des cellules endodermiques et ectodermiques, ou à un chimiotactisme ayant pour agent l'oxygène plus abondant à la surface du corps que dans la cavité digestive, plutôt qu'à une évolution de gemmules que personne n'a vues, ou à une tendance héréditaire métaphysique.

L'action déterminante de l'oxygène sur la forme du corps se montre d'une façon évidente chez certains champignons. Le mucor à grappes forme dans l'air un thalle filamenteux, comme font d'ordinaire toutes les moisissures. Si l'on diminue la proportion d'oxygène, ce thalle s'égrène, et la plante s'émiette à la manière d'une levure. Elle n'en végète pas moins sous cette nouvelle forme, et, dès qu'on lui rend l'oxygène, reforme un thalle filamenteux. Ici donc, l'oxygène est la cause immédiate de la solidité d'union des cellules nées de la division d'une même cellule-mère, union d'où résulte la forme entière du végétal.

La température a une action morphogène non moins énergique. Driesch (1893) a pu, en élevant à 30° des embryons d'oursin, obtenir des larves chez lesquelles les cellules endodermiques, au lieu de s'invaginer, se dévaginaient au dehors, produisant ainsi un type embryologique tout à fait nouveau, l'*exogastrula* ou gastrula chez laquelle le sac digestif pend hors de la bouche comme une hernie. Si une modification de la température peut, à elle seule, renverser le sens d'une invagination, pourquoi serait-il impossible que cette même température, combinant son action à celle des autres agents du tropisme, soit une cause déterminante effective de l'invagination normale, au lieu d'être, comme on l'admet, une simple condition banale nécessaire à sa production comme à l'entretien de toutes les autres manifestations vitales?

On sait aujourd'hui que les nerfs ne se forment pas tout entiers dans les tissus, mais que leur cylindre-axe émane des centres et pousse dans les tissus comme fait une racine dans le sol. Leur gaine de Schwann et leur enveloppe protectrice de myéline, au contraire, est formée d'éléments empruntés sur place aux tissus embryonnaires qu'ils traversent. Si l'on s'en tient à la théorie des *germes prédestinés* ou des *tendances héréditaires* localisées, est-il possible de concevoir que ce filament axile du nerf, aille passer, sans la moindre erreur, précisément là où l'attendent les cellules qui devront former sa gaine et aille se jeter précisément dans les fibres musculaires qu'il doit innerver et dans les cellules périphériques qui doivent former les éléments des organes des sens correspondants? Cela devient tout simple, au contraire, si l'on admet avec Herbst (1894) que le filament nerveux exerce une attraction *neurotactique* spécifique qui fait arriver à lui les éléments capables de former sa gaine, et qui le dirige lui-même vers les terminaisons sensitives et musculaires auxquelles il doit aboutir. Et cela n'est pas spécial aux nerfs. C'est sans doute par suite d'actions analogues que les colonnes sanguines, endiguées par un simple endothélium, se renforcent d'éléments conjonctifs, musculaires et élastiques, que les muscles se forment leur périmysium, les épithéliums glandulaires leur parenchyme, etc. En sorte qu'au *neurotactisme* de Herbst nous pouvons en ajouter une foule d'autres et les réunir sous la dénomination générale de *biotactisme*.

En somme, et sans insister sur des exemples qu'il serait facile de multiplier, nous pouvons dire que l'on a le droit de concevoir l'arrangement des cellules d'où résulte la forme du corps et des organes comme la résultante des pressions, tractions, refoulements, dus à un cloisonnement inégal en les divers points et d'une multitude de tropismes et de tactismes, ayant pour causes les agents mécaniques, physiques, chimiques, et les cellules elles-mêmes, chaque cellule prenant, sous l'action des forces multiples qui agissent sur elle de toute part, la position d'équilibre pour laquelle toutes les forces se neutralisent en une résultante nulle.

II. — La différenciation histologique.

Bien plus encore que la précédente, la différenciation histologique se montre soumise à l'influence de forces indépendantes des *tendances*

héréditaires et *des germes prédestinés*. Ici nous n'avons plus seulement des *raisons de croire*, nous avons des preuves formelles de l'existence de ces forces organiques. Si la prédestination des parties était réelle ou s'il y avait vraiment une tendance héréditaire de chaque partie à ressembler à la partie correspondante des parents, on ne pourrait voir un même élément subir, selon les circonstances, des évolutions toutes différentes. Or, c'est ce qui a lieu cependant.

Hüter a montré que, dans les luxations anciennes, les parties enduites de cartilage se dénudent de ce revêtement sur les points où elles cessent de frotter et que du cartilage se développe là où une surface osseuse, munie de son périoste, est soumise à des frottements répétés. Si donc le cartilage articulaire ne peut se maintenir que là où un frottement s'exerce; s'il se développe là où il ne devrait pas exister sous la simple influence du frottement, — n'est-il pas démontré que des éléments, non prédestinés par des germes ou par des tendances héréditaires à former du cartilage, sont capables d'en former; et n'est-il pas légitime d'admettre que, là où cette substance se forme normalement, l'hérédité et les germes spécifiques n'y sont pour rien, et qu'enfin le frottement est la cause déterminante de leur production?

Les exemples de ce genre abondent; nous allons en citer quelques-uns parmi les plus frappants :

Lorsqu'une fracture n'est pas convenablement immobilisée, les plaies osseuses se cicatrisent sans se souder : les fragments restent mobiles et, à la longue, il s'établit une pseudarthrose. Or, ces pseudarthroses, bien qu'elles soient moins parfaites que les articulations normales, n'en ont pas moins tous les organes qui se rencontrent dans celles-ci. Il se forme des surfaces articulaires polies, revêtues de cartilage, des ligaments périphériques contenteurs et même un rudiment de synoviale. Il n'y avait point là cependant d'articulation chez les ancêtres et aucune tendance héréditaire n'a pu intervenir; d'autre part, s'il y avait eu une prédestination cellulaire, elle n'eût pas permis cette formation d'organes nouveaux aux dépens de cellules non destinées à les former. C'est qu'il n'y a rien de tout cela, il y a simplement des cellules banales qui se sont transformées ici en cartilage sous l'action des frottements répétés, là en ligaments sous l'action de tensions énergiques, ailleurs en synoviale sous l'influence de frottements plus doux.

On sait que, dans les épiphyses des os longs, la cavité centrale est comblée par des tissus spongieux, formés de lamelles osseuses. Ces petites lamelles donnent plus de solidité à l'os sans augmenter sensiblement son poids. En outre, on a remarqué que leur orientation n'était pas quelconque; elles sont presque toutes dirigées dans le sens des plus fortes pressions que l'os a à subir. On pourrait croire qu'il y a là une disposition héréditaire introduite dans l'espèce par la sélection naturelle parce qu'elle est avantageuse. Or, W. Roux a montré qu'il n'en était rien, et en voici la preuve : il arrive parfois qu'une fracture se cicatrise en position vicieuse, les deux fragments de l'os étant réunis par un cal oblique. Ce cal oblique se creuse à la longue d'une cavité qui reste occupée seulement par du tissu spongieux. Eh bien, dans ce tissu, les trabécules osseux se montrent disposés suivant les lignes de plus grand effort, c'est-à-dire obliquement par rapport à l'axe de l'os et par conséquent d'une manière qui ne s'est jamais rencontrée dans aucun ancêtre de l'individu. Donc, sans germes, sans tendances héréditaires, les actions mécaniques exercées sur l'os ont suffi à déterminer l'orientation la plus avantageuse de ces petites lamelles.

On a remarqué que, lorsqu'un vaisseau se ramifie, les branches de division s'écartent d'autant plus de la direction primitive du vaisseau qu'elles sont plus petites, et, si la division comporte deux branches, une grosse et une petite, la première continue à peu près la direction du vaisseau primitif, tandis que la seconde s'en écarte presque à angle droit. Ces dispositions sont avantageuses, car elles facilitent l'admission du sang dans la branche qui doit en recevoir la plus grande quantité et réduisent au minimum les pressions contre les parois et le travail du cœur. En outre, on pourrait les croire déterminées par l'hérédité ou par des germes contenus dans l'œuf, puisqu'elles se retrouvent semblables chez l'enfant et chez les parents. Cette opinion est ruinée par l'observation suivante : voici une artère qui se divise en deux branches égales, formant un angle égal avec la direction primitive; liez en une : au bout d'un temps suffisant, l'autre branche se sera d'elle-même placée sur le prolongement du tronc et le vaisseau lié formera un angle droit avec celui-ci. La pression du sang aura accompli d'elle-même, à l'encontre des tendances héréditaires, la disposition organique la plus avantageuse suivant les lois de l'hydrodynamique.

On pourrait multiplier beaucoup ces exemples. Pour ne pas allonger cet article, je n'en citerai plus qu'un, mais qui est vraiment bien frappant :

S'il est une disposition organique qui semble déterminée par les tendances héréditaires de l'espèce ou par la prédestination des parties chargées de la constituer, c'est assurément le placenta. Sans la muqueuse utérine avec toutes ses dispositions merveilleuses, sa vascularité énorme, ses

cryptes profondes, son aptitude à l'hypertrophie, le placenta paraît impossible. Or, c'est un fait connu que, dans les grossesses extra-utérines, sous l'influence de l'irritation produite par l'œuf fécondé, la paroi abdominale développe un placenta si parfait qu'il permet au fœtus de parcourir jusqu'au bout les phases de son développement. Il n'y avait pas là, cependant, de tendances héréditaires, et s'il y avait une prédestination quelconque dans les tissus de la paroi abdominale, elle ne pouvait qu'empêcher la formation d'un organe si différent. Mais il n'y a ni tendances héréditaires, ni germes prédestinés; chaque élément fait et devient, en chaque point, ce qu'il peut, selon sa nature et selon les conditions auxquelles il est soumis.

On a donc le droit d'admettre qu'il en est de même dans le placenta normal.

La cause de cette adaptation remarquable des tissus aux nécessités normales ou accidentelles de l'organisme n'est autre que l'*excitation fonctionnelle*. C'est W. Roux qui, le premier, a attiré l'attention sur ces phénomènes; c'est lui qui, le premier, a tenté d'en donner une explication physiologique en montrant que partout chaque organe, chaque tissu, chaque cellule, chaque élément de cellule même se développe dans le sens où il travaille et s'adapte sans cesse à sa fonction. De là résulte une *automorphose* générale de toutes les parties de l'organisme, et une *autorégulation* constante de l'ensemble et de ses parties. Il a donné à la science de ces phénomènes le nom de *Mécanique du développement*, auquel je propose de substituer celui de *Biomécanique*, plus large, plus compréhensif et plus vrai, car ce n'est pas seulement pendant la période de formation du corps, c'est pendant toute la vie et dans tous les phénomènes de la vie que ce mécanisme développe ses effets.

Il est à remarquer que la plupart des faits sur lesquels s'appuie la théorie biomécanique sont connus depuis longtemps. Les tropismes, les tactismes, les pseudarthroses, les placentas extra-utérins ne sont point des nouveautés. La chose n'en est que plus intéressante. Ce qui est nouveau, c'est leur groupement, le jour sous lequel on les envisage et surtout le fait que l'on trouve en eux une conception toute nouvelle de l'évolution et une explication de phénomènes que l'on attribuait à des entités métaphysiques, comme l'atavisme ou l'hérédité, ou à des germes représentatifs qui n'existent que dans certaines imaginations.

D'ailleurs Roux n'a pas été, tant s'en faut, jusqu'au bout de la conception qu'il a si puissamment contribué à édifier. Il n'abandonne point sa théorie de la *mosaïque;* il laisse à l'hérédité la plus grande part dans l'explication des phénomènes évolutifs et persiste à croire à la prédestination des diverses parties de l'œuf. Il faut mettre de côté ces vieilles notions ruinées par les faits, et considérer les choses comme je vais tenter de l'expliquer en terminant.

L'œuf n'est rien autre chose qu'une simple cellule et il ne contient ni germes spécifiques ni tendances quelconques. Il a une constitution physico-chimique déterminée, quelque peu différente dans chaque espèce et dans chaque individu, mais qui n'est que l'une des innombrables conditions indispensables au développement des caractères de l'organisme qui naîtra de lui. Les cellules nées de sa division sont toutes dans le même cas que lui. Aucune ne sait ce qu'elle a à faire, ni ne tend à le faire en dépit de tout. Toutes sont soumises à des forces, tactismes et tropismes, venant du milieu ou des cellules voisines; toutes se nourrissent, s'accroissent et se multiplient selon les conditions qu'elles rencontrent; toutes ainsi s'étendent, se tassent, se poussent, et chacune enfin occupe à chaque instant, dans l'ensemble, la position qu'exige la résultante des forces qui agissent sur elles. Mais, par le fait qu'elles augmentent de nombre, qu'elles s'accroissent selon leurs natures diverses, avec des vitesses différentes, cette résultante change à chaque instant; et, par suite, à chaque instant, change aussi la forme de l'agrégat qu'elles constituent par leur réunion. Puis intervient l'excitation fonctionnelle, d'abord faible et indécise, presque semblable pour toutes, puis de plus en plus pressante et de mieux en mieux déterminée à mesure que se précisent les organes qu'elle a contribué à former. Et ainsi, peu à peu, se développe l'organisme jusqu'à son complet achèvement.

L'hérédité, c'est-à-dire la ressemblance du produit aux êtres qui l'ont engendré, est un résultat nécessaire et nullement mystérieux. Comment cette ressemblance pourrait-elle faire défaut quand le point de départ, l'œuf, est semblable et que les routes suivies sont semblables aussi? Cela n'est pas plus étonnant que de voir dans un fleuve les tranches d'eau, qui se succèdent toujours de nouveau, se précipiter à la cascade, s'étaler dans le lac, se rétrécir dans la plaine, s'engouffrer dans le tourbillon, ronger les mêmes rives, élargir le même delta et se perdre au même endroit dans la mer.

Mais ce qui est spécial aux êtres vivants, c'est que chez eux l'hérédité est obligatoire par un simple effet de la délicatesse de leur structure: car l'eau n'en sera pas moins de l'eau si, au lieu de circuler dans le fleuve, elle se perd dans les profondeurs de l'Océan, se congèle dans les glaces du pôle ou

s'élève sous forme de nuages dans l'air. Elle a mille manières d'être, et son histoire peut changer tous les jours sans qu'elle cesse d'être de l'eau.

L'œuf, au contraire, est, comme je l'écrivais déjà il y a trois ans, une structure extraordinairement délicate qui est prise dans ce dilemme : rencontrer à chaque instant des conditions identiques à celles qu'a rencontrées l'œuf du parent à la phase correspondante, et réagir à ces influences identiques par une modification identique et, par suite, suivre un développement identique, ou..... périr désorganisé. Si donc il a vécu, c'est qu'il a rencontré, à chaque moment voulu, ces conditions identiques, et il n'est pas étonnant que, identique à l'origine à l'œuf maternel et ayant suivi la même évolution, il soit arrivé au même but.

Cependant l'identité n'est pas parfaite : entre l'identité absolue, qui produirait l'invariable, et la différence grave, qui entraînerait la destruction, il y a place pour la *variation* quand les différences sont faibles, pour la *dichogénie* quand elles sont plus fortes, pour la *tératogénie* quand elles atteignent leur maximum.

Ainsi, à la place de l'hérédité, — qui n'est pas une force évolutive et qui n'explique rien, — à la place des germes prédestinés qui ne sont qu'une hypothèse impossible [1], il faut mettre les facteurs positifs de l'ontogenèse, c'est-à-dire des forces actuelles, toutes réductibles à des effets mécaniques, physiques, chimiques ou physiologiques simples. Notre connaissance de ces forces est encore extrêmement incomplète. Nous en savons assez cependant pour être convaincus que là gît la véritable explication des phénomènes, mais il reste énormément à faire encore. Aussi devons-nous, sans nous rebuter devant les difficultés extrêmes du problème, aborder avec courage l'étude de la science nouvelle : la *Biomécanique*.

Yves Delage,
Professeur à la Sorbonne.

UNE RÉVOLUTION DANS L'ÉCLAIRAGE AU GAZ

UTILISATION COMMERCIALE ET INDUSTRIELLE DU CARBURE DE CALCIUM POUR LA PRODUCTION DE L'ACÉTYLÈNE

Un article de M. le Pr B. Vivian Lewes, paru ici-même le 30 mars dernier, faisait connaître une récente et très importante découverte de M. T. L. Wilson relative à la synthèse industrielle de l'acétylène au moyen du carbure de calcium. Sur ce même sujet, le Dr Suckert a fait récemment, devant les membres du *Franklin Institute*, de Philadelphie, une conférence qui donne d'intéressantes indications pratiques sur cette industrie nouvelle [1]; il la montre prête à transformer d'une manière profonde la fabrication et l'emploi du gaz de l'éclairage et à absorber une part considérable des forces motrices naturelles.

Ces renseignements complémentaires permettent aujourd'hui d'apprécier, en connaissance de cause, les conditions matérielles du nouveau procédé d'éclairage, et, en particulier, d'en calculer exactement le prix de revient. Ce prix est tellement bas qu'il menace d'apporter une véritable perturbation dans notre vieille industrie du gaz de houille, depuis longtemps si prospère.

I

M. T. L. Wilson, dont M. Lewes a exposé ici même les intéressants travaux, a reconnu qu'un mélange intime de chaux et de charbon, soumis à la haute température d'un four électrique, analogue à celui que M. Moissan avait imaginé, fournit, après fusion, un carbure de calcium de formule CaC^2 capable, au contact de l'eau, de dégager des quantités considérables d'acétylène pur, d'après la réaction :

$$CaC^2 + 2H^2O = Ca(OH)^2 + C^2H^2.$$

Ses premières recherches, qui datent de 1888, furent faites avec une machine dynamo qui fournissait un courant de 150 ampères sous 60 ou 70 volts. Le four se composait (fig. 1, p. 447) d'un creuset de graphite B reposant sur la partie centrale d'une plaque de charbon carrée, de 0 m. 30 de côté et 0 m. 025 d'épaisseur, encastrée dans des briques A, qui entouraient le creuset, et munie, sur un de ses côtés, d'une tige de fer *ab* prolongée au delà du revêtement extérieur du four, pour être mise en communication avec l'une des bornes de la dynamo D, l'autre borne *l* étant reliée à un crayon de charbon mobile C qui pénétrait à l'intérieur du creuset.

Pour mettre le four en marche, on plaçait le crayon de charbon en contact avec le fond du creuset; on l'en écartait ensuite à mesure qu'aug-

[1] *Journal of Franklin Institute*, 15 mai 1895.

[1] Je crois en avoir donné la preuve dans l'ouvrage cité plus haut.

mentait la force électromotrice de la dynamo lentement excitée. L'arc jaillissait et fondait la substance à traiter, que l'on introduisait par une ouverture ménagée dans le couvercle E du creuset. Ce couvercle était constitué, soit par une substance isolante, soit par du graphite, qu'un lut isolait du creuset. Le crayon de charbon, de 30 centimètres de longueur et 3 centimètres de diamètre, était recouvert extérieurement d'un dépôt de cuivre électrolytique, pour augmenter sa conductibilité, et percé, dans toute sa longueur, d'un canal, non visible sur la figure, qui permettait l'introduction de gaz réducteurs.

Les résultats que donna ce premier four justifièrent la reprise des expériences sur une plus grande échelle : la *Wilson Aluminium Company* fut fondée, et une première installation établie à Spray (Nouvelle-Colombie). La dynamo dont on y disposait fournissait un courant de 2.000 ampères sous 35 volts, et représentait une puissance d'environ 100 chevaux-vapeur.

Le premier carbure de calcium préparé dans ce four s'obtenait en mélangeant 30 kilogrammes de chaux pulvérisée avec 50 litres de goudron (*brai*) ; la pâte était préalablement chauffée jusqu'à siccité.

D'autres essais furent faits en mélangeant, à poids égaux, de la chaux et du charbon finement pulvérisés. Le carbure obtenu, presque pur, représentait en poids le tiers du mélange employé.

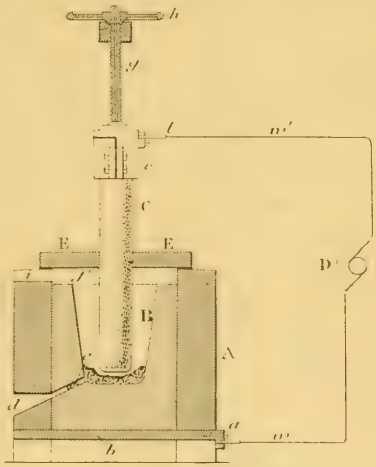


Fig. 1. — *Four électrique employé par M. Wilson.* A, maçonnerie extérieure du four. B, creuset de charbon ou de graphite. C, crayon de charbon constituant l'électrode mobile. D, dynamo. Le fil *w*, qui part de la dynamo, est relié à une tige de fer *a* fixée à une plaque de fer *b*, qui supporte le creuset; le fil *w'* est réuni à une douille métallique *c*, qui entoure la partie supérieure du crayon de charbon. Le revêtement A est fait de briques cuites isolantes, et le four est recouvert de deux plaques de charbon munies d'un trou central par lequel le crayon C pénètre dans le creuset. — *d*, trou de coulée, qui, pendant l'opération, est fermé par un tampon d'argile *e*. — Les plaques de charbon E reposent sur le bord supérieur du revêtement A qui s'élève au-dessus des bords du creuset, laissant un intervalle *f* entre B et E.
Le déplacement vertical du crayon de charbon est obtenu au moyen d'une vis *g* qui peut être déplacée par un volant *h*.

Depuis ces premiers essais, des résultats plus concluants vinrent prouver que, particulièrement à l'aide des courants alternatifs, il était possible d'obtenir économiquement un carbure de calcium d'une pureté remarquable, si bien qu'une usine fonctionne aujourd'hui et produit le carbure en quantités dépassant une tonne par jour.

II

Examinons maintenant dans quelles conditions économiques il est possible de réaliser cette fabrication.

Les proportions théoriques nécessaires à la production de 100 kilogrammes de carbure sont 87,5 kilogrammes de chaux pour 56,25 de charbon, dont deux tiers se combinent au calcium et le troisième sort du four à l'état d'oxyde de carbone d'après la réaction :

$$CaO + 3C = CaC^2 + CO$$
$$87.5 + 56:25 = 100 + 43.75.$$

Il est nécessaire d'employer une proportion de charbon plus considérable, une notable partie de la houille employée disparaissant sous forme de produits volatils. Les proportions les plus convenables correspondent à des poids égaux de chaux et de charbon.

Le calcaire et la houille, matériaux nécessaires à cette fabrication, peuvent être obtenus à très bon compte par une usine située à proximité de gisements importants, d'autant plus qu'on y peut utiliser le poussier de houille et que les sous-produits, d'une grande importance industrielle, que donne aujourd'hui l'industrie du gaz de l'éclairage (goudrons, sels ammoniacaux, etc.), en pourraient être extraits par une distillation préalable. Il y a, en effet, avantage à n'introduire dans le mélange de chaux et de charbon que du coke, carbone presque pur.

De plus, l'hydrate de chaux obtenu dans l'action de l'eau sur le carbure ne manquerait pas d'emplois, soit qu'on le fasse rentrer dans la fabrication du carbure de calcium, soit qu'on l'utilise pour la production de ciments, etc.

Un dernier élément du prix de revient est la production de la chaleur dans le four au moyen du courant électrique. On a pu jusqu'ici obtenir 10 kilogrammes de carbure par cheval-vapeur et par vingt-quatre heures ; mais il est très probable qu'avec des fours alimentés automatiquement, bien isolés au point de vue calorifique et dont on utiliserait la chaleur perdue pour échauffer les matières premières avant leur introduction dans le four, une installation de quelque importance pourrait accroître cette proportion jusqu'à 15 kilogrammes environ par cheval-vapeur et 24 heures.

Le Dr Suckert donne, à titre de renseignements, les chiffres suivants, établis par un industriel dont l'usine se trouve à proximité de dépôts importants de calcaire et de houille, et relatifs à la production de 150 tonnes de carbure de calcium :

Tableau I

	LA TONNE	PRIX EN FRANCS
Extraction de 270 tonnes de calcaire à	6 25	5.062 50
Transport de 270 tonnes de calcaire à	12 50	
Frais de broyage de 150 tonnes de chaux à	6.25	937 50
Extraction de 200 tonnes de houille à	13.75	2.750 »
Travail de fusion du carbure		3.750 »
Prix de 150 tonnes		12.500 00

Cela met la tonne de carbure au taux de 83 fr. 35 en tant que matière première et force motrice; ajoutant la main-d'œuvre et les frais généraux, on peut ne pas dépasser 100 francs par tonne. On ne tient pas compte ici de la vente des produits.

Un traité s'élabore en ce moment entre l'*Electro-Gas Company* de New-York et la *Niagara-Falls Power Company* qui permettra d'employer immédiatement une puissance de 1.000 chevaux-vapeur pour la nouvelle fabrication, et bientôt 5.000 chevaux; et M. Suckert ne doute pas de voir prochainement employer de la sorte la majeure partie de la puissance dont dispose cette Compagnie.

III

Voyons maintenant dans quelles conditions pourra se faire l'utilisation de la substance ainsi produite.

Sa principale application, — la seule réalisée jusqu'ici, — est la préparation du gaz acétylène; mais tout fait croire que ce ne sera pas la seule; ce gaz se prêterait fort bien à la fabrication des cyanures et d'autres produits azotés; son pouvoir réducteur permettrait de l'utiliser dans la métallurgie du fer, de l'acier et d'autres métaux. Il pourrait enfin servir à la synthèse de composés organiques varies.

100 kilogrammes de carbure de calcium pourront donner pratiquement 30 mètres cubes de gaz acétylène, doué d'un pouvoir éclairant 10 à 12 fois supérieur à celui du gaz d'éclairage ordinaire. Les chiffres précédemment indiqués donnent, par suite, un prix de revient d'environ 30 centimes par mètre cube pour le nouveau gaz.

Le carbure de calcium peut être aisément transporté du lieu de production à celui d'utilisation : il ne subit au contact de l'humidité atmosphérique qu'une altération superficielle et se recouvre d'une enveloppe protectrice de chaux.

Deux procédés se présentent pour la production de l'acétylène : ou bien le consommateur peut, au moyen du carbure, produire lui-même son gaz en quantités aussi petites qu'il le voudra, ou bien une usine centrale peut liquéfier l'acétylène et le distribuer sous cette forme dans des réservoirs spéciaux.

Deux méthodes ont été expérimentées pour la production directe de l'acétylène en petites quantités : dans l'une, le carbure est contenu dans une jarre fermée, où l'on peut introduire de petites quantités d'eau d'une manière intermittente. Le gaz produit se rend dans un gazomètre, d'où il peut être extrait pour l'utilisation (fig. 2, p. 148).

L'autre méthode dispense d'un gazomètre et permet la production de quantités grandes ou petites de gaz, d'une manière continue, par un dispositif semblable à celui connu des chimistes sous le nom de *Briquet de Gay-Lussac*. On submerge partiellement dans l'eau un récipient en forme de cloche, ouvert à sa partie inférieure, et contenant le carbure suspendu sur un crible à la partie supérieure de la cloche; le gaz produit est extrait au-dessus du carbure. Tant que dure l'utilisation, l'eau reste en contact avec le carbure et la production d'acétylène est continue; dès que le gaz cesse de sortir, il s'accumule dans la cloche et oblige par sa pression l'eau à descendre au-dessous du carbure. La production s'arrête pour reprendre dès qu'une quantité suffisante de gaz sera sortie. L'appareil est automatique et très régulier dans son fonctionnement.

Tableau II

C^2H^2		CO^2	
TEMPÉRATURE	PRESSION	TEMPÉRATURE	PRESSION
— 82°	1 atm.	— 81°	1 atm.
— 30	9	— 30	12.7 »
— 23	11.01	— 20	19.93 »
— 10	17.06 »	— 10	26.76 »
0	21.53	0	35.10 »
5	25.18	5	40.47
13	32.77	14	52.15 »
20	39.76 »	29	58.84 »

Ainsi, le transport du carbure de calcium se ferait à domicile comme se fait aujourd'hui celui du charbon, et une manipulation très simple suffirait pour charger l'appareil et renouveler la provision de carbure épuisée.

Il semble cependant que le transport de l'acétylène sous forme liquide serait préférable. L'acétylène se liquéfie plus facilement que l'acide carbonique. Le tableau II indique, aux diverses températures, les pressions nécessaires pour liquéfier les deux gaz.

Sa densité, à l'état liquide, à la température ordinaire, serait environ 0,50, de sorte qu'un mètre cube d'acétylène, à l'état liquide, occuperait un volume un peu supérieur à 2 litres, et posséderait sous ce faible volume un pouvoir éclairant égal à celui de 12 mètres cubes de gaz ordinaire ou de 5 litres de pétrole [1].

La raison du pouvoir éclairant considérable de l'acétylène se trouve dans sa forte teneur en carbone : pour 100 parties en poids, il renferme 92,3 de carbone et 7,7 d'hydrogène, et cette grande quantité de carbone, en suspension dans la flamme de l'acétylène, lui donne un éclat merveilleux, d'une très grande blancheur, quand il est brûlé en flamme assez mince pour permettre la combustion complète. Sa flamme devient, en effet, facilement fuligineuse, en raison même de sa grande richesse.

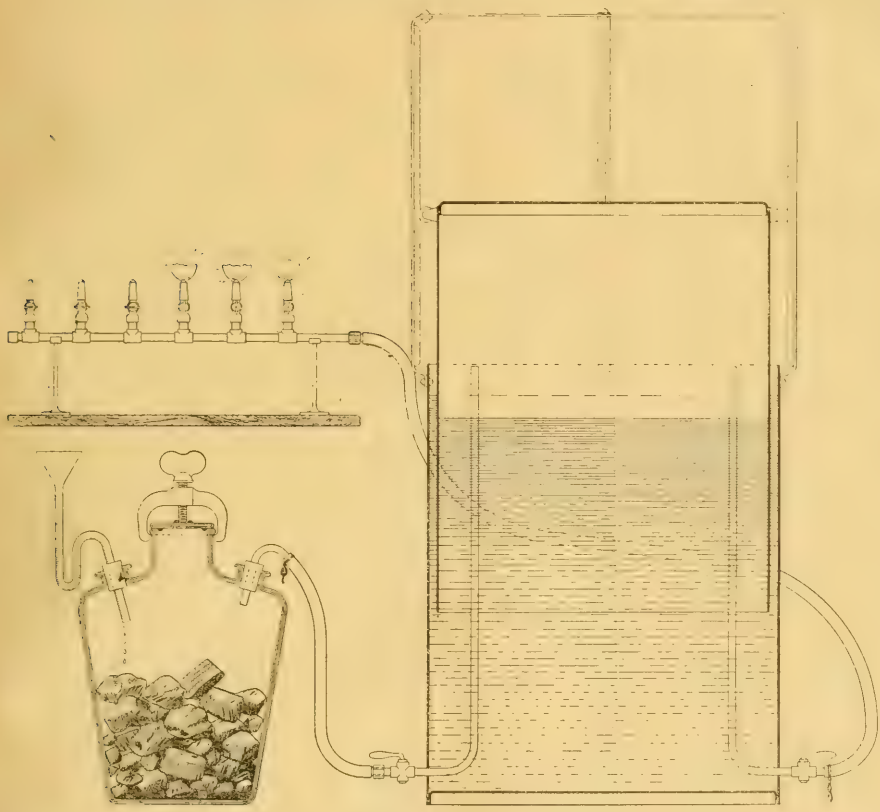


Fig. 2. — *Production minime et intermittente et mise en réserve de l'acétylène.*
A la partie inférieure et à gauche se voit la jarre qui contient le carbure de calcium : l'eau arrive par un entonnoir latéral; le gaz sort par un tuyau latéral qui l'amène dans le gazomètre contenant de l'eau. A la partie moyenne du gazomètre débouche un tube dans lequel le gaz de ce récipient s'engage pour se rendre, par le bas de ce vase, au brûleur.

C'est ainsi que, brûlé à raison de 5 pieds cubes (141 litres) à l'heure, il donne un pouvoir éclairant de 250 *candles* anglaises (25 carcels environ), alors que le gaz ordinaire ou le gaz à l'eau dépasse rarement 20 candles.

Un fait très remarquable est que la température de cette flamme d'acétylène, qui semble devoir être très élevée, est en réalité bien inférieure à celle de

[1] Au sujet de ce pouvoir éclairant, voyez l'article de M. V. B. Lewes dans la *Revue* du 30 mars dernier.

la flamme du gaz ordinaire : des expériences récentes ont montré qu'elle ne dépasse pas 900°, tandis que la température du gaz ordinaire dépasse 1.400°. Pour une même quantité de lumière émise, la quantité de chaleur dégagée par la combustion du gaz acétylène dépasse très peu celle dégagée par la lampe à incandescence.

Une usine centrale peut liquéfier des quantités considérables de gaz acétylène et l'expédier dans de petits réservoirs analogues à ceux des figures 3 et 4. L'acétylène liquéfié s'y vaporise sous une pression de 14 atmosphères, si bien que, pour une installation un peu importante, il sera nécessaire de faire passer le gaz dans un réducteur de pression placé à la partie inférieure des réservoirs, que l'on construit aujourd'hui d'après un brevet pris en Amérique le 19 mars dernier; la pression peut être ainsi abaissée jusqu'à quelques centimètres d'eau.

IV

Voici donc un gaz doué d'un pouvoir éclairant considérable, que son prix de revient rend dès maintenant plus économique que le gaz ordinaire, transportable sous un volume très restreint soit sous forme solide, à l'état de carbure de calcium, soit sous forme liquide, doué d'une odeur pénétrante qui permet d'en déceler facilement les plus minimes quantités, dégageant moins de chaleur, et consommant moins d'oxygène pour une égale quantité de lumière produite.

De plus, ce gaz se prête merveilleusement, sous sa forme liquide, à tous les éclairages isolés, chemins de fer, voitures, bateaux, bicycles mêmes. Il permet d'alimenter ainsi des lampes portatives, chaque lampe pouvant avoir ainsi son réservoir particulier.

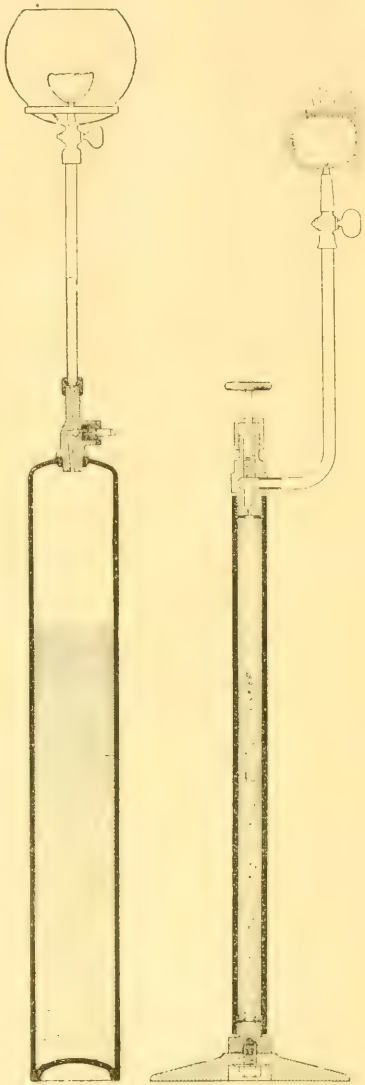


Fig. 3 et 4. — *Appareils portatifs contenant l'acétylène liquide et permettant de le brûler à la partie supérieure.*
La partie supérieure de ces appareils, partie qui constitue le brûleur et sa tige, peut être indépendante du récipient; elle se visse sur lui, de façon à servir pour une série de réservoirs.

Enfin, signalons une dernière application, qui permet de l'employer de concert avec celui du gaz d'éclairage ordinaire : le prix de revient de ce dernier gaz est considérablement augmenté par la nécessité de lui donner un pouvoir éclairant déterminé ; de là l'emploi de houilles très riches et chères (*cannel-coal*, *boghead*). Il serait possible de distribuer un gaz moins riche en carbone, mieux approprié au chauffage et à la force motrice, et qui pourrait être enrichi, pour ses applications à l'éclairage, au moyen d'un réservoir d'acétylène liquide. Il y aurait là, croyons-nous, une économie véritable.

Des recherches sont d'ailleurs poussées activement du côté des applications de l'acétylène au chauffage et à la force motrice. Sous sa forme liquide, il serait très précieux pour la force motrice, pouvant être utilisé et comme gaz comprimé et comme combustible.

Il nous a paru que cette importante application de découvertes chimiques récentes méritait d'être signalée sans retard aux lecteurs de la *Revue* : elle constitue, en effet, plus qu'un essai industriel intéressant, et il est évident que, dès à présent, il y a moyen d'en faire, sur notre sol, l'objet d'une très grande et très prospère industrie.

Édouard Urbain,
Chimiste-Industriel.

REVUE ANNUELLE DES PROGRÈS DE LA MARINE

LA VITESSE. — LA COMBUSTION MIXTE AU CHARBON ET AU PÉTROLE. — LES NOUVEAUX MATÉRIAUX. — PLAQUES DE BLINDAGE. — PROJECTILES A COIFFE. — OBUS A GRANDE CAPACITÉ D'EXPLOSIF. — LES NOUVEAUX NAVIRES CONTRE LES PROJECTILES A EXPLOSIF. — TUBES LANCE-TORPILLES. — LES ENSEIGNEMENTS DE LA BATAILLE DE YALU.

I. — La vitesse.

Il n'y a guère de nation maritime où le nombre de navires rapides ne se soit pas accru dans une forte proportion au cours de ces deux dernières années. Les flottes des différents pays sont, au point de vue de la vitesse, plus homogènes à l'heure actuelle qu'il y a deux ans; les escadres modernes seraient plus mobiles que leurs devancières. C'est une très grande supériorité que de pouvoir grouper un ensemble de navires filant un ou deux nœuds de plus que ceux de l'ennemi : la bataille de *Yalu* l'aurait nettement prouvé si c'était là un fait qui eût eu besoin d'être démontré.

Nous ne pouvons, dans cette courte revue des progrès accomplis, donner la liste des nouveaux navires rapides dont se sont enrichies les flottes des différents pays: nous nous bornerons à mentionner ceux d'entre ces navires qui ont dépassé leurs anciens et tiennent aujourd'hui, au point de vue de la rapidité, la première place parmi les navires de leur classe.

Le torpilleur de haute mer le *Chevalier*, construit au Havre par M. Normand, a atteint 27 n. 22 aux essais, tandis que le *Lancier*, auparavant le plus rapide de nos torpilleurs, avait filé 25 n. 79.

Parmi les contre-torpilleurs, les nombreux petits navires anglais du type *Havock* ont donné d'excellents résultats; le *Havock* a filé 27 n. 177, le *Hornet* 27 n. 313, le *Ferret* 27 n. 519, le *Daring*, 27 n. 706; l'*Ardent*, qui est un *Daring* allongé de 5 m. et élargi de 30 cm., a atteint 27 n. 94 en développant une puissance de 4.360 chx.

Si l'on passe ensuite aux navires de plus grande dimension, on trouve le croiseur japonais *Yoshino*, sorte de *Piemonte* agrandi, qui a filé 23 n. 03, et les grands croiseurs américains à trois hélices, *Columbia* et *Minneapolis*, qui ont atteint, le premier 22 n. 87, le second 23 n. 07. Enfin, le cuirassé italien *Sardegna* a donné aux essais une vitesse de près de 20 nœuds, bien que ne marchant pas à toute puissance.

Tableau des vitesses maxima obtenues dans les essais récents

NOMS DES BATIMENTS	CLASSE	NATIONALITÉ	DATE DE L'ESSAI	LONGUEUR A LA FLOTTAISON	LARGEUR	TIRANT D'EAU AR	DÉPLACEMENT	PUISSANCE EN CHEVAUX	NOMBRE DE TOURS	VITESSE
				mèt.	mèt.	mèt.	tonn.	chevaux		nœuds
Chevalier...	torpilleur	français	1894	44	4.50	2.08	123	2100	»	27.22
Daring.....	contre-torpilleur	anglais	1894	56	5.5	1.89	220	4634	387	27.706 [1]
Ardent.....	Id.	Id.	1894	61	5.8	1.93	250	4364	396	27.94
Yoshino.....	croiseur	japonais	1893	116	14.2	6.00	4220	15000 [2]	»	23.03
Minneapolis	croiseur	américain	1894	125	18	7.10	7500	20630	132	23.07
Sardegna...	cuirassé	italien	1894	125	23.45	9.50	13760 [3]	16440 [4]	»	19.64

Parmi les résultats que nous venons de citer, ceux donnés par la *Columbia* et le *Minneapolis* sont les plus instructifs. La vitesse dépasse, en effet, notablement celle qu'on aurait été en droit d'attendre au cas où l'on aurait employé deux hélices seulement. L'avenir montrera si l'utilisation très supérieure de ces deux navires est ou non un fait isolé pour les navires à trois hélices; en tout cas, comme rien n'empêche de faire des navires semblables, comme forme et comme disposition d'hélices, aux grands croiseurs américains ou dérivés de ceux-là, la supériorité des trois hélices à l'allure maximum reste un fait bien acquis dont il convient de profiter. Il est probable que cette année on sera également fixé sur la question d'économie de charbon à l'allure de route; selon toute vraisemblance, la consommation doit être moindre sur

[1] Nous donnons ici le chiffre de l'essai officiel; pour le *Daring*, comme pour quelques autres contre-torpilleurs de cette série, on indique quelquefois des vitesses plus élevées, qui ont été atteintes, paraît-il, aux essais préliminaires faits par les fournisseurs (près de 29 n. pour le *Daring*); il nous paraît préférable de nous en tenir aux résultats de l'essai officiel fait dans les conditions du marché.

[2] Chiffre prévu.

[3] Le déplacement peut atteindre 14.120 tx., les soutes à charbon supplémentaires une fois remplies.

[4] La machine de la *Sardegna* est faite pour développer une puissance maximum de 21.070 chevaux.

les navires de guerre à trois hélices que sur ceux à deux hélices jumelles. Les essais du *Dupuy-de-Lôme* et de nos cuirassés à trois hélices permettront d'ailleurs d'élucider cette importante question.

En ce qui concerne les navires à deux hélices, le *Re Umberto* a donné 18 n. 2 pendant trois heures, en faisant 17.000 chx avec des machines calculées pour en fournir 19.800, et la *Sardegna* a filé 19 n. 64 avec 16.440 chx, tandis que les machines sont prévues pour 21.070 chx au tirage forcé, ce qui permettrait de dépasser notablement la vitesse atteinte aux essais. Le procédé qui consiste à ne pas pousser les essais, de peur de fatiguer les machines et les chaudières, est sans doute plus justifié quand on opère, comme le font les Anglais, sur une série de bâtiments semblables: l'habitude en Angleterre est alors de ne faire les essais complets, avec mesure de vitesse sur les bases, que pour un seul bâtiment du type; on ne les recommence pas pour les autres, et l'on se contente de s'assurer du bon fonctionnement de l'appareil moteur et évaporatoire. Lorsque les navires sont dissemblables, il paraît prudent de procéder à des expériences comportant des essais aux plus fortes allures. Néanmoins, dans le cas particulier du *Re Umberto* et de la *Sardegna*, les résultats obtenus sont assez beaux pour donner moins de poids aux critiques que soulèvent, à juste titre, des expériences incomplètement poussées; car il s'agit de navires ayant déjà réalisé des vitesses très supérieures à celles des autres bâtiments de leur classe, et, quand bien même on ne pourrait leur faire développer la puissance prévue, ils sont certains de pouvoir à volonté forcer au combat les grands navires qu'ils rencontreront ou leur échapper. Dans ces conditions il importe moins de s'assurer que les machines fonctionneront sans échauffements, chocs ou avaries, quand on les poussera aux très grandes allures.

Parmi les nouveaux paquebots transatlantiques, il y aurait à citer le *Saint-Paul* et le *Saint-Louis*, encore en construction chez M. Cramp pour l'*International Navigation Company*. Ces navires doivent entrer en service cette année; on compte qu'ils feront la traversée d'Amérique en Angleterre à 20 nœuds de vitesse environ.

II. — La combustion mixte au charbon et au pétrole.

Lors des essais de la *Sardegna*, on s'est servi avec plein succès de la combustion mixte au charbon et au pétrole. Les bons résultats de l'emploi du combustible liquide sur les torpilleurs et les croiseurs italiens avaient déjà attiré très justement l'attention et amené d'autres pays, la France entre autres, à expérimenter la combustion mixte. Les essais de la *Sardegna* montrent le parti que les Italiens comptent tirer du pétrole sur leurs navires de guerre.

Il est à remarquer que les tentatives faites pour injecter des résidus de pétrole sur le charbon qu'on brûle dans les chaudières marines sont à peu près localisées dans le bassin de la Méditerranée. Cela tient à ce que les pétroles russes fournissent des résidus de distillation très peu coûteux et facilement utilisables; le pétrole américain, dont la décomposition par la chaleur donne des produits plus volatils, ne se prête pas aussi bien à un emploi de ce genre.

III. — Les nouveaux matériaux.

La recherche de la légèreté avait conduit, il y a déjà deux ans, à employer l'aluminium pour la construction du *Vendenesse*. On sait que M. Normand fait en aluminium certaines pièces secondaires du torpilleur de haute mer *le Forban*.

Le métal qu'on emploie dans ce cas est un alliage à 3 °/₀ de cuivre. Les résultats d'essais sont de plus en plus satisfaisants, et il n'est pas rare aujourd'hui de trouver des éprouvettes qui cassent sous une charge de 25 à 26 kil. en donnant un allongement de 16 °/₀ environ. Aussi a-t-on, au cours de ces dernières années, construit en aluminium des baleinières, des chalands et de petits torpilleurs-vedettes. L'exemple donné par la France paraît d'ailleurs devoir être suivi, car l'Amirauté anglaise a commandé plusieurs tubes lance-torpilles en aluminium qui seront mis en essai sur des torpilleurs; les accessoires de coque des torpilleurs de première classe anglais pèsent environ 5 tonneaux; leur poids s'abaissera à 1 t. 5 lorsqu'on aura substitué l'aluminium au bronze; il en résultera donc une économie de poids fort importante.

En un mot, on voit que, si l'introduction de l'aluminium dans les constructions navales se fait lentement, les expériences se multiplient de divers côtés, et il est certain que l'emploi des alliages d'aluminium est appelé à se développer.

L'aluminium permet de diminuer le poids des pièces à cause de sa grande légèreté; il a été surtout employé jusqu'ici pour celles auxquelles on ne demande pas une très grande solidité. En particulier, pour les pièces de machines, il ne faudrait s'en servir qu'avec une extrême prudence, parce que ces alliages se recuisent vers 100° et deviennent mous vers 220°. Mais on peut réduire le poids des pièces de machines en substituant à l'acier ordinaire de l'acier au nickel. Il y a différentes variétés de ces aciers; on en a essayé qui contiennent jusqu'à 25 °/₀ de nickel et qui ont donné en France et en Amérique des résultats surprenants,

mais coûtent très cher; celui qu'on emploie aux États-Unis pour les canons et pour quelques pièces de machines est un alliage à 3,25 °/₀ qui, après trempe et recuit, a une résistance à la rupture de 60 kilos avec un allongement de 23 °/₀ et au-dessus et une limite élastique de 35 à 38 kilos.

Il y a le plus grand intérêt pour les pièces de machines à employer des aciers mi-durs, améliorés par la trempe ou la double trempe. La caractéristique la plus importante pour toutes les pièces mobiles est une limite élastique élevée, qui paraît le plus sûr garant contre les chances de rupture; c'est grâce à l'emploi de semblables aciers à haute limite élastique qu'on pourra dépasser les vitesses de piston de $4^m,80$ à $5^m,10$ à la seconde, usitées aujourd'hui avec l'acier doux sur la plupart des navires étrangers, et l'on sait que c'est de la vitesse du piston que dépend le poids de la machine. D'ailleurs, même pour les pièces fixes, l'acier à haute limite élastique ne présente que des avantages, surtout si ces pièces comportent des surfaces de frottement. C'est pourquoi l'emploi d'acier au nickel ou de métaux similaires nous paraît correspondre à un progrès très important dans la construction des machines des nouveaux bâtiments.

IV. — Plaques de blindage.

Il ressort des essais récents de plaques de blindage que la supériorité des aciers spéciaux français ne s'est pas démentie et que le procédé de surcémentation Harvey présente des avantages incontestables.

Dans différentes circonstances, des plaques en acier spécial de *Saint-Chamond*, dont la face antérieure n'avait pourtant pas été surcémentée, se sont très bien comportées. Néanmoins, presque toutes les usines qui fabriquent des plaques de blindage ont fait l'acquisition du procédé *Harvey*, et les usines françaises les plus importantes, telles que *Saint-Chamond*, *Rive-de-Gier*, *Châtillon*, *Saint-Étienne* et enfin le *Creusot*, traitent aujourd'hui par ce procédé les excellents aciers spéciaux qu'elles produisent afin d'ajouter à la puissance défensive de leurs plaques. Là où l'on avait tenté de recourir pour la surcémentation à l'emploi de carbures d'hydrogène, on n'a pas obtenu des résultats aussi satisfaisants qu'avec le procédé *Harvey* proprement dit, et on emploie maintenant partout ce procédé tel que nous l'avons décrit il y a deux ans [1].

Ce mode de surcémentation, au moyen de charbon d'os très riche en phosphore, a pour effet de transformer la face antérieure de la plaque en une sorte de fonte très phosphoreuse. La modification n'est que superficielle; le tableau suivant, dressé par *M. Weaver* d'après le dosage de rails surcémentés, montre comment la teneur en carbone varie depuis la surface jusqu'au point où la surcémentation cesse de produire son effet :

Distance à la surface m/m	1,6	3,2	4,8	6,4	9,5	12,7	16	19	25,4	32	38
Dosages	0,76	0,42	0,32	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,27	0,26	0,26

L'épaisseur de la couche durcie n'étant pas proportionnelle à l'épaisseur de la plaque, on voit que l'augmentation de résistance est moins grande pour les plaques très épaisses que pour celles d'épaisseur moyenne ou faible.

Lorsque les projectiles sont animés de très grandes vitesses, le procédé Harvey ne donne pas des avantages bien marqués. En compulsant un grand nombre d'essais, M. le Directeur des Constructions navales *Bertin* est même arrivé à cette conclusion que, lorsque le projectile n'est pas brisé, il paraît y avoir plus de chance pour qu'il perfore complètement que si la plaque était en acier doux; cela s'expliquerait, d'ailleurs, en considérant que, si la surface est améliorée par la surcémentation, le reste du métal doit être loin de bénéficier du traitement qu'on lui fait subir. Cela n'est nullement une critique des plaques Harvey, c'est la simple constatation d'un fait.

Quand on se battra, il est probable que l'ennemi ne viendra pas offrir le flanc à petite distance; les projectiles qui tomberont sur les plaques ne frapperont pas, à coup sûr, à la fois normalement et avec une très grande vitesse au choc. Le fait que nous relatons est intéressant à connaître, mais il n'a pas, à notre avis, de portée pratique plus grande qu'un autre fait également curieux et instructif au point de vue du travail de rupture du projectile : en examinant le mode de fragmentation, on voit que les plaques Harvey n'ont pas non plus de grands avantages aux faibles vitesses auxquelles le projectile est brisé en gros fragments comme aux vitesses fortes, mais un peu inférieures à celles pour lesquelles il y a pénétration. Ce qu'il faut retenir, c'est qu'aux vitesses intermédiaires, pour lesquelles il y aurait eu pénétration ou dislocation de la plaque avec de l'acier ordinaire, le projectile se brise en petits fragments, et qu'aux très grandes vitesses il perfore, car on est ainsi amené à cette conclusion pratique que, pour tirer efficacement contre les plaques Harvey, il faut communiquer aux projectiles une force vive plus grande qu'il n'est nécessaire pour avoir simplement perforation : les obus de rupture nécessiteront désormais des canons à très grande vitesse initiale.

On parle en ce moment en Amérique d'un nou-

[1] A. Croneau : Les progrès récents de la marine. *Rev. gén. des Sc.*, t. IV, page 450.

veau perfectionnement qui aurait été apporté à la fabrication des plaques de blindage par l'usine *Carnegie;* voici les renseignements que nous avons trouvés à ce sujet dans certains journaux américains :

Les ingénieurs de *Pittsburg* auraient eu l'idée de prendre une plaque traitée par le procédé Harvey et de la soumettre, après réchauffage, à un laminage énergique; puis ils lui auraient fait subir la trempe ordinaire à l'eau glacée.

Une plaque de 432 millimètres harveyée aurait été réduite par ce traitement à une épaisseur de 356 millimètres. Au polygone d'Indian-Head, elle fut soumise à l'essai réglementaire pour les plaques de cette épaisseur, essai qui se fait avec le canon de 254 millimètres. Le premier coup fut tiré avec une vitesse au choc de 567 mètres. La pointe pénétra de 178 millimètres et s'aplatit, le projectile étant brisé en petits fragments; il n'y eut pas la plus légère fente dans la plaque. Celle-ci étant intacte, on eut l'idée de la soumettre à l'essai des plaques de 381 millimètres, et on tira sur elle, avec le même canon, un projectile pesant 227 kilos, de manière à avoir une vitesse au choc de 581 mètres, ce qui correspond à la puissance maximum du canon américain de 254 millimètres; l'obus fut tiré sur la même verticale que le précédent et tout près du premier point d'impact. Le projectile fut brisé en tout petits fragments et ne laissa sur la plaque qu'une empreinte sans profondeur; il n'y eut aucune fente. On se décida alors à faire subir à la plaque un tir dans les conditions exigées pour les plaques de 432 millimètres (canon de 305 millimètres, vitesse au choc 581 mètres). Le projectile tomba aussitôt après avoir traversé la plaque, dans laquelle il découpa un trou net sans causer de fentes rayonnantes.

Il serait téméraire de tirer des conclusions d'une expérience unique, sur laquelle on ne possède que les renseignements fournis par quelques journaux; cependant ces résultats nous ont paru assez intéressants pour mériter d'être relatés ici, d'autant plus qu'ils ont déjà attiré l'attention d'un certain nombre d'industriels européens.

On remarquera, en passant, les conditions réglementaires assez rigoureuses imposées pour les essais et dont les chiffres précédents permettent de donner une idée.

V. — Projectiles a coiffe.

A chaque progrès de la défense correspond un progrès des moyens d'attaque: à l'apparition des plaques Harvey ont répondu les tentatives faites dans divers pays pour munir les projectiles de coiffes en fer ou en acier doux. La coiffe en acier doux a environ 12 mm. d'épaisseur à la pointe et épouse la forme de la pointe de l'ogive (fig. 1). Le mode de tenue est variable. Dans les premiers essais faits à *Okhta* en juin et juillet 1894, la coiffe était maintenue simplement par aimantation; dans l'expérience du 5 octobre 1894 d'*Indian-Head*, la coiffe, tenue par aimantation, était, en outre, fixée par trois vis équidistantes placées à 38 mm. de la

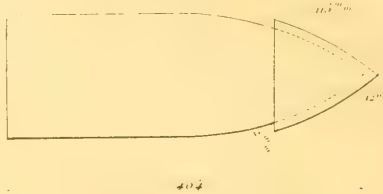


Fig. 1. — *Projectile à coiffe.*

base de la coiffe et mordant sur l'obus. Les constructeurs français assujettissent leurs coiffes par pose à chaud et à froid, le refroidissement amenant ainsi un certain degré de serrage comme pour les frettes.

Les essais faits à *Okhta* et à *Indian-Head* aux dates relatées plus haut ont été décrits d'une manière détaillée dans une très intéressante étude de M. le chef d'escadron d'artillerie *Vallier*, publiée dans la *Revue d'Artillerie*[1]. Les résultats sont très nets: jusqu'à l'incidence de 20° sur des plaques d'épaisseur égale au calibre, jusqu'à celle de 10° sur des plaques de 1,67 fois le calibre, l'obus à coiffe s'est montré très notablement supérieur au projectile sans coiffe. L'obus à coiffe, lorsqu'il ne traverse pas, a une perforation très supérieure à l'obus sans coiffe, et il traverse, tiré dans des conditions où l'obus sans coiffe est arrêté. Sous des incidences supérieures aux précédentes, la supériorité disparaît, l'obus à coiffe et l'obus sans coiffe deviennent équivalents, la coiffe ne protégeant plus l'obus.

Si, pour les incidences voisines de la normale, la supériorité de l'obus à coiffe est démontrée, il convient cependant de remarquer que de nouvelles expériences sont indispensables avant qu'on puisse admettre ce nouveau dispositif en toute sécurité. Il faut être sûr que la coiffe est assez solidement tenue pour ne pas se détacher de l'obus au moment du tir, quand le projectile est encore dans le canon. Lors des expériences que nous avons citées plus haut, le détachement d'une coiffe tenue par simple aimantation a causé à *Okhta* la rupture d'un canon; l'arrachement de la coiffe d'un obus, tenue à la méthode américaine par aimantation et vissage, a occasionné à *Indian-Head* un tir irrégulier, après lequel on a constaté de fortes dégradations dans

[1] *Revue d'Artillerie*, Janvier 1895, p. 330.

l'âme de la pièce. Bref, l'adoption du dispositif à coiffe doit dépendre avant tout de la sécurité qu'offrira le mode de tenue; nous devons reconnaître, d'ailleurs, que celui adopté par les industriels français a donné jusqu'ici toute satisfaction.

VI. — Projectiles a grande capacité d'explosif.

Toute étude sur les progrès accomplis dans la marine de guerre doit avoir pour base les résultats obtenus avec les obus. La protection, qu'elle soit fondée sur l'emploi d'une cuirasse de ceinture ou d'un pont et d'une tranche cellulaire, avec ou sans cuirasse de flancs, joue sur les navires de guerre modernes un rôle trop prépondérant pour que toutes les autres qualités du navire ne se trouvent pas grandement influencées par elle. Devra-t-on demander cette protection à un blindage épais voisin de la flottaison? à une tranche cellulaire surmontant un pont blindé? faut-il accepter le sacrifice d'argent et de poids que coûte l'apposition d'une cuirasse mince sur les flancs des croiseurs? Dans ce cas, quelle épaisseur convient-il de donner à cette cuirasse pour qu'elle soit efficace? Cela dépend uniquement du genre d'obus que l'ennemi emploiera et de ses effets destructeurs.

Or, aujourd'hui, on a le choix entre deux espèces d'obus : l'obus plein et l'obus à grande capacité d'explosif; et par obus à grande capacité d'explosif nous entendons un obus en acier à parois suffisamment épaisses, mais contenant cependant une très forte quantité d'explosif et dont le dispositif d'inflammation est placé à l'arrière.

De tels obus peuvent être tirés de plein fouet à des vitesses de 500 mètres, grâce aux faibles pressions que développent les nouvelles poudres lentes, et donnent alors un groupement assez dense pour fournir beaucoup de coups au but. Tandis que l'obus plein ne causera le plus souvent que des dégâts de peu d'importance, l'obus à grande capacité d'explosif occasionnera, en éclatant, des avaries telles que le navire qui en aura reçu un très petit nombre, peut-être un seul, sera probablement hors de combat. La puissance destructive de ces engins est trop connue pour que nous ayons besoin d'insister. Le commandant qui aura dans ses soutes des obus pleins et des obus à grande capacité d'explosif n'hésitera pas, et, suivant les règles qui ont été posées par M. le chef d'escadron d'artillerie *Vallier*, auquel on est redevable d'excellentes études sur ce sujet, dès qu'il sera à trois mille mètres environ de l'ennemi, il devra *cesser* d'employer des obus de rupture pour recourir uniquement aux obus à grande capacité d'explosif.

Ceci posé, il y aurait le plus grand intérêt à savoir quels sont les engins que possèdent les diverses nations maritimes et quelles épaisseurs d'acier traverseraient ces obus. Malheureusement, s'il est hors de doute qu'il est possible de fabriquer des obus à grande capacité capables de percer des plaques compound ou des plaques d'acier d'épaisseur moyenne et d'éclater ensuite, s'il est certain qu'il existe de semblables projectiles dans différents pays, il est difficile d'avoir sur ces obus des renseignements précis; car ceux qui les possèdent ont le plus grand intérêt à maintenir secrète l'existence d'une catégorie d'engins *qui doit leur assurer une supériorité écrasante contre ceux qui n'en posséderaient pas.* Néanmoins, en compulsant les renseignements peu nombreux qu'on peut recueillir sur ce sujet, le plus intéressant de tous aujourd'hui, le *seul presque qui ait une importance capitale*, on peut conclure que plusieurs d'entre les nations européennes doivent posséder de ces terribles engins.

L'*Allemagne* s'est approvisionnée depuis plusieurs années, pour son matériel de siège, d'obus de 15 centimètres, qui contiennent 15 kilos 600 d'explosif; étant donnée l'unité de direction qui existe dans ce pays, il nous paraît évident que de semblables engins doivent se trouver sur les navires de guerre. Ce n'est d'ailleurs pas une simple présomption quand on se rappelle que, dès le mois de mars 1888, les représentants de l'Amirauté allemande, du Ministère de la Guerre prussien et des Ministères de la Marine et de la Guerre d'Italie, procédaient à *Rübeland* à des expériences avec des obus à fusée de culot système *Wolff et Cie* et *von Förster*, fusée percutante avec retard réglable à volonté. Ces expériences ont été faites avec des obus à moins grande capacité que le projectile en usage actuellement; mais il faut tenir compte qu'il s'agit là des premiers essais qui ont dû servir de point de départ et permettre le perfectionnement que représente la charge de l'obus actuel. A *Rübeland*, le but se composait d'une plaque compound de 12 centimètres appuyée sur un matelas en bois de chêne de 60 centimètres, formé de deux rangs de madriers. La plaque avait 2^{m} 25 de longueur sur 1^{m} 70 de hauteur. Derrière la muraille, à une distance de 5^{m} 60, se trouvait la chambre d'éclatement destinée à recevoir les projectiles. On tira quatre coups sur cette plaque avec un canon du calibre de 21 centimètres; les projectiles étaient des obus Krupp en acier avec ogives massives, pesant 98 kilos et contenant 1 kilo de pyroxyle humide en grains. On les tira de manière à avoir une vitesse au choc de 420 mètres. Pour le premier coup on remplaça la charge d'explosif par du lest, l'obus traversa la plaque, le matelas et la chambre d'éclatement malgré le double revêtement en troncs de sapin placé au fond de cette dernière. Les trois autres coups furent tirés avec des obus

chargés et amorcés; le premier de ces obus traversa la plaque, la muraille, le revêtement de la chambre d'éclatement, le massif en terre de 2 mètres d'épaisseur environ faisant suite à ce revêtement, — et éclata en l'air. Les deux autres obus traversèrent les mêmes obstacles et éclatèrent dans le massif en terre.

A l'arsenal de *Polā* en *Autriche*, il y a plusieurs années déjà, un obus de rupture en acier du calibre de 15 cm., armé d'une fusée au culot, a traversé, à la vitesse au choc de 475 mètres, deux plaques en fer laminé de Styrie, de 12 cm. chacune, adossées à un matelas en bois et a éclaté au delà.

Nous avons vu que le Ministère de la Guerre et le Ministère de la Marine d'*Italie* étaient représentés aux essais faits à *Rübeland;* d'ailleurs, on sait que la maison *Armstrong*, un des fournisseurs attitrés de l'Italie, est depuis longtemps en possession de la *lyddite* et d'une fusée de culot; il est donc assez vraisemblable que l'Italie doit être en mesure de se servir d'engins analogues à ceux que paraît posséder l'Allemagne.

Aux *États-Unis*, on a fait depuis quelques années des expériences sur des projectiles chargés soit d'emmensite, soit de coton-poudre, et on a employé dans ce but des projectiles du calibre de 152 millimètres et au-dessus, armés d'un détonateur. On est, dit-on, satisfait des résultats; cependant ils paraissent inférieurs à ceux qui ont été obtenus avec les obus à grande capacité d'explosif essayés en Allemagne, car il suffirait de 5 à 8 centimètres d'acier pour faire détoner le projectile même sans fusée à cause de la chaleur développée par le choc et le passage du projectile. Voici, d'ailleurs, le résumé des expériences récentes faites avec des projectiles chargés de coton-poudre humide, munis d'un détonateur avec amorce de coton-poudre sec. Un obus de 36 kilos 3, ainsi chargé et tiré avec une vitesse de 430 mètres, produit dans de la terre, par exemple sur les flancs d'une colline, une énorme excavation; mais contre une plaque de 177 millimètres il détone au dehors en produisant assez peu de dégâts. En accroissant la charge de poudre derrière l'obus de manière à lui donner une vitesse de 550 mètres, l'obus se brise dans le trou percé à travers la plaque et éclate en ouvrant une énorme brèche. D'ailleurs, pour bien apprécier ces résultats, il convient de dire que les parois de l'obus n'avaient comme épaisseur que 7 mill. 6; on se propose actuellement de confectionner des obus de 254 millimètres contenant 31 kilos 7 de coton-poudre et qui seront tirés avec une vitesse initiale de 520 mètres.

En résumé, on voit que si en Amérique on ne paraît pas encore arrivé à avoir un obus à grande capacité d'explosif traversant des plaques d'acier d'épaisseur moyenne et détonant seulement à l'intérieur, on a compris toute l'importance de ce problème, et on n'a pas hésité à se lancer dans une série d'expériences pour ne pas rester en retard sur quelques grandes marines européennes.

Quant à l'*Angleterre*, à la suite d'une série d'essais qui ont été faits sur le *Nettle* à *Portsmouth*, l'Amirauté a décidé l'emploi dans la marine d'un nouvel obus qui servira pour tous les canons se chargeant par la culasse depuis le calibre de 419 millimètres jusqu'à celui de 152 millimètres. Le nouveau projectile est en acier fondu. Dans le but d'augmenter sa pénétration, sa fusée, au lieu d'être, comme jusqu'ici, à l'avant du projectile, sera disposée à l'arrière. Le projectile du canon de 413 millimètres pèsera 726 kilos, vide, et recevra une charge d'éclatement d'environ 91 kilos. D'après le *Naval and military Record*, cette charge serait constituée par de la poudre à canon; mais il est bien invraisemblable qu'ayant à sa disposition des explosifs tels que la *lyddite* [1], la marine anglaise remplisse des nouveaux projectiles aussi perfectionnés avec de la poudre ordinaire; ce qui nous confirme encore dans cette opinion qu'il s'agit effectivement d'obus à grande capacité d'explosif, c'est qu'il a été annoncé qu'au courant de cette année, avant même que les projectiles ne fussent prêts à être livrés, il serait fait des installations spéciales pour leur arrimage et leur manipulation à bord de tous les bâtiments; et, s'il s'était agi uniquement du remplacement d'obus à poudre par d'autres obus à poudre d'un système nouveau, il y a tout lieu de penser qu'on n'aurait eu à faire que des modifications sans importance et non pas à procéder à des installations spéciales. Enfin, nous avons une autre raison plus sérieuse de croire que les Anglais possèdent un obus à grande capacité d'explosif : leurs nouveaux cuirassés, type *Magnificent* et *Renown*, sont totalement différents des anciens au point de vue de la protection; la position du pont blindé dans la partie centrale et, par suite, sa forme, l'épaisseur et la hauteur de la cuirasse de flancs, ont été choisies de manière à combiner une protection efficace contre les obus à explosifs puissants. Le *Magnificent*, le *Renown*, ne sont pas seulement des cuirassés nouveaux constituant, avec des modifications de détail, un nouvel anneau d'une longue chaîne; ils sont, pour la construction anglaise, quelque chose sortant tout à fait de l'ordinaire. Dès que les journaux anglais ont donné quelques indications sur le *Magnificent*, cette transformation radicale nous a sauté aux

[1] Comme utilisation officielle de la lyddite, nous ne connaissons qu'un mortier de 305 millimètres de 13 calibres seulement de longueur, destiné à armer un croiseur de première classe en projet.

yeux et nous a remis en mémoire cette phrase par laquelle, il y a deux ans, en rédigeant le second tome de notre « Cours de Construction pratique des Navires de guerre », nous résumions des chapitres écrits avec l'impression très vive de la révolution que devait entraîner à brève échéance, dans la protection et l'attaque des navires, l'apparition des obus à explosifs puissants : « Nous avons tâché de montrer que les navires de guerre devaient être attaqués par des obus à explosif et qu'ils devaient à l'avenir être étudiés en vue de résister à ces obus; cela conduit à des navires analogues aux cuirassés italiens et aux grands croiseurs cuirassés anglais, américains, russes, espagnols, etc... » Eh bien, notre avis de constructeur, c'est que, pour les Anglais, le *Magnificent* est le type du navire destiné à résister aux projectiles à explosif puissant. Et, comme *on ne se défend que contre les projectiles que l'on a*, la simple vue de la coupe au milieu des cuirassés, type *Magnificent*, suffirait pour nous persuader que les Anglais ont des obus en acier à grande capacité d'explosif, capables de traverser des plaques d'acier d'épaisseur moyenne.

VII. — Les nouveaux navires contre les projectiles a explosifs.

La flotte anglaise va s'enrichir d'ici quelque temps de neuf nouveaux cuirassés d'escadre : *Magnificent*, *Victorious*, *Illustrious*, *Majestic*, *Prince Georges*, *Mars*, *Jupiter*, *Cæsar*, *Hannibal*. Les Anglais ont très justement qualifié le premier de ces navires de bâtiment qui marque une époque (*an epoch marking ship*). Le mot cuirassé est un de ces termes génériques dont on se sert pour désigner les navires les plus dissemblables comme protection; il suffit qu'un navire ait une cuirasse verticale pour qu'on emploie ce mot. Les nouveaux bâtiments sont, à ce titre, des cuirassés comme les navires précédents, comme l'*Inflexible*, la *Devastation*, le *Trafalgar* ou le *Royal Sovereign*, et pourtant du *Royal Sovereign* au *Magnificent*, il y a un abîme. Le *Royal Sovereign* est cuirassé contre les projectiles de rupture, le *Magnificent* et ses frères sont étudiés en vue de résister aux projectiles à grande capacité d'explosif.

Les Anglais ont renoncé, par un brusque revirement, à un type que l'Amirauté jugeait excellent, il y a moins de trois ans, et adopté une protection basée sur de tout autres principes. Rien ne saurait mieux le montrer que la comparaison de la coupe au milieu du *Royal Sovereign* et de celle du *Magnificent* placées en regard l'une de l'autre (fig. 2 et 3).

Sur le *Royal Sovereign* (fig. 2), on a établi, à la hauteur de la flottaison, une bande cuirassée haute de $2^{m},59$ environ, régnant sur les deux tiers de la longueur du navire; l'épaisseur de ce blindage de ceinture varie de 457 millimètres au milieu à 355 millimètres aux extrémités de la ceinture: le can supérieur monte à $0^{m},915$ au-dessus de l'eau, le can inférieur descend à $1^{m},677$ au-dessous; des cloisons transversales cuirassées complètent la ceinture; un pont en acier de 76 millimètres d'épaisseur la recouvre.

Au-delà de ces traverses, à l'avant et à l'arrière, la protection des fonds est assurée par un pont blindé à 76 millimètres qui part de chacune des traverses et s'abaisse en allant vers les extrémités et en abord. Ce pont, entièrement au-dessous de l'eau, est recouvert par une tranche cellulaire très compartimentée.

L'œuvre morte au-dessus de la ceinture est protégée sur une hauteur de $2^{m},90$ au-dessus de l'eau; et sur une longueur de $44^{m},125$, par un blindage de 127 millimètres d'épaisseur appliqué sur les flancs; des cloisons blindées obliques s'étendent sur le pont protecteur des extrémités de cette muraille blindée aux redoutes des tourelles, épaisses de 432 millimètres, et ferment la batterie blindée.

Sur le *Magnificent* (fig. 3), tout est changé : il n'y a plus de cuirasse de ceinture à proprement parler : la cuirasse épaisse de flottaison, destinée à résister aux obus de rupture, a fait place à une cuirasse de $229^{m}/^{m}$ harveyée, capable, dans bien des cas, de résister aux projectiles de rupture, mais à coup sûr d'arrêter les projectiles à grande capacité d'explosif, et, comme on a probablement reconnu la nécessité de renforcer la cuirasse d'œuvres-mortes pour éviter qu'un des projectiles ne traversât le blindage mince et n'éclatât derrière, on a assigné la même épaisseur à cette cuirasse, si bien qu'au-dessus de la flottaison comme au-dessous la protection des flancs est fournie par une cuirasse épaisse de $229^{m}/^{m}$; alors on a donné à ce blindage une hauteur de $4,^{m}88$: $3,^{m}05$ au-dessus de l'eau et $1^{m},83$ au-dessous. Cette bande cuirassée, de 67 mètres de long, est terminée aux deux bouts par des cloisons inclinées sur l'avant et sur l'arrière, de manière à aller rencontrer la base des barbettes en forme de poire, cuirassées à $356^{m}/^{m}$ au maximum, comme les parties les plus épaisses des cloisons. On a ainsi constitué une haute citadelle cuirassée d'un peu plus de 91 mètres de long de sommet en sommet. Le pont blindé, qui, dans la partie centrale, se trouvait placé à la hauteur du can supérieur de la cuirasse épaisse sur les cuirassés précédents, est remplacé, sur le *Magnificent*, par un pont en dos d'âne qui monte dans l'axe à 91 c/m au-dessus de la flottaison afin de permettre de loger les machines et les chaudières, mais redescend en abord à $1^{m}83$ au-dessous de la flottaison de manière à rejoindre le can inférieur de la cui-

rasse [1]. Le cofferdam triangulaire limité par le pont blindé en question, la muraille des flancs et la plate-forme horizontale, qui prolonge le pont principal, forme un cofferdam destiné à être rempli de matières obturantes. Le pont blindé a 64$^{m}/^{m}$ d'épaisseur au milieu et 102$^{m}/^{m}$ dans la partie qui forme talus.

En résumé, *Sir William White* est arrivé à des navires analogues aux cuirassés italiens et aux grands croiseurs américains en adoptant les épaisseurs de cuirasse qui, avec les derniers perfectionnements dus au harveyage, lui ont paru nécessaires pour soustraire le navire aux projectiles à grande capacité d'explosif; c'est exactement la transformation que nous avions prévue, comme nous le rappelions un peu plus haut. Les circonstances dans lesquelles cette transformation radicale de la défense s'est accomplie sont également curieuses à mentionner. Lors de la mise en chantier du *Royal Sovereign*, les plans ont été discutés pour ainsi dire publiquement ; la discussion portait sur le plus ou moins de hauteur à donner à la cuirasse de flancs, question intéressante sans doute, très intéressante même, mais bien peu importante comparée à une modification du tout au tout comme celle que nous venons de voir.

Lors de la mise en chantier du *Magnificent*, les plans de M. White n'ont pas été communiqués, et ce n'est que longtemps après qu'on a connu cette véritable révolution qu'il avait accomplie, et qui n'a soulevé, à notre connaissance, aucune critique de la part de ceux-là mêmes qui avaient combattu la mise en chantier du *Royal Sovereign*.

Le point que nous avons tâché d'élucider a une telle importance que c'est à peine si nous osons parler incidemment des autres perfectionnements qu'on trouve sur le *Magnificent*, de crainte d'affaiblir l'impression qui se dégage du paragraphe précédent. Il convient pourtant de signaler la diminution du calibre de la grosse artillerie ; au lieu des canons de 342 $^{m}/^{m}$ du *Royal Sovereign*, le *Magnificent* recevra des canons de 0^{m}305. Toute l'artillerie sera du nouveau modèle adopté en Angleterre et se composera de canons frettés en fil d'acier, construits suivant l'excellent système préconisé en Angleterre par *Longridge* [1], en France par *Schultz* et actuellement par le capitaine d'artillerie *Moch*.

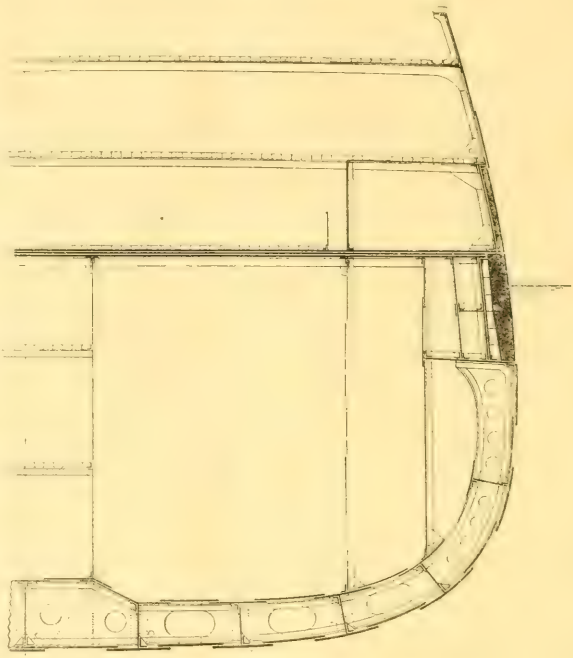


Fig. 2. — *Coupe au milieu du « Royal Sovereign », protégé principalement contre les obus de rupture.*

Le service des munitions pour la moyenne et la petite artillerie est difficile sur les navires modernes dès que les soutes ne peuvent pas être placées directement au-dessous des canons; aussi a-t-on imaginé, en adoptant une disposition proposée d'ailleurs en France en 1891, d'installer un long couloir qui règne en abord sous le pont blindé et permet de desservir des pièces nombreuses sans que les soutes soient immédiatement à l'aplomb. Enfin, le *Magnificent* aura un approvisionnement de charbon considérable ; dans

[1] La flèche du pont, en dos d'âne, est donc de 2,71.

[1] Tous les nouveaux canons de calibre supérieur à 76 $^{m}/^{m}$ et notamment ceux de 305 — 203 T. R. et 152 T. R. sont bien des canons *Longridge* comme construction ; si nous disons « préconisé », c'est qu'à notre avis le vrai canon *Longridge* serait un canon court à volée renforcée, étudié pour utiliser le mieux possible les pressions que peuvent développer les poudres actuelles; or le nouveau canon anglais a 45 calibres. A propos du canon de 305, les essais de Woolwich montrent une précision vraiment surprenante.

les lignes d'eau du plan il contient 800 tonnes de charbon, mais il possède des soutes de réserve qui permettent de loger un approvisionnement double, si bien qu'il pourra marcher pendant 28 jours à la vitesse de 10 nœuds, ayant ainsi une vitesse franchissable de 6.700 milles environ. Avec le mode de protection du *Magnificent* une telle disposition est tout à fait logique ; en effet, quand on a 3m05 de hauteur au-dessus de l'eau, peu importe que l'immersion augmente de 0m45 ou 0m50 ; la protection garde la même valeur ; il n'en est pas de même lorsqu'on a simplement 0m90 au-dessus de l'eau, comme sur le *Royal Sovereign* et même moins, car alors la surimmersion compromet gravement le bâtiment s'il rencontre un ennemi avant d'avoir consommé une grande partie de son charbon.

Voici, pour terminer, les données principales de ces intéressants navires :

Longueur à la flottaison	119 m. 97
Largeur	22 m. 86
Tirant d'eau moyen	8 m. 41
Différence	0 m. 30
Déplacement	environ 15150 tx.
Puissance en chevaux au tirage naturel	10130 chx.
Puissance en chevaux au tirage forcé	12160 chx.
Vitesse maximum au tirage naturel	16 n. 5
Vitesse maximum au tirage forcé	17 n. 5

Armement : 4 canons de 305m/m dans deux tourelles barbettes blindées à 356m/m ; 12 canons de 152m/m à tir rapide ; 6 canons de 66 tir rapide : 12 canons de 47 et 8 mitrailleuses Maxim.

Si les Anglais ont changé le type de leurs cuirassés destinés au service des mers d'Europe, ils ont également renoncé pour les stations lointaines à l'ancien système de protection que l'on retrouve encore sur des navires qui viennent à peine d'être achevés, comme le *Centurion* et le *Barfleur*. Le *Renown*, tout différent des précédents, est construit exactement d'après les mêmes principes que le *Magnificent*. Il a sur les flancs une cuirasse en deux virures, dont la plus élevée a 152m/m d'épaisseur et la plus basse 203m/m. Cette haute cuirasse de flancs forme une citadelle terminée à ses extrémités par des cloisons de 254 à 152m/m venant buter contre les barbettes blindées à 152m/m. Le pont qui a la même forme que celui du *Magnificent*, est cuirassé à 76m/m dans le talus et à 51m/m dans la partie horizontale. Le *Renown* est un bâtiment doublé en bois de 12.550 tonneaux destiné à filer 18 nœuds environ.

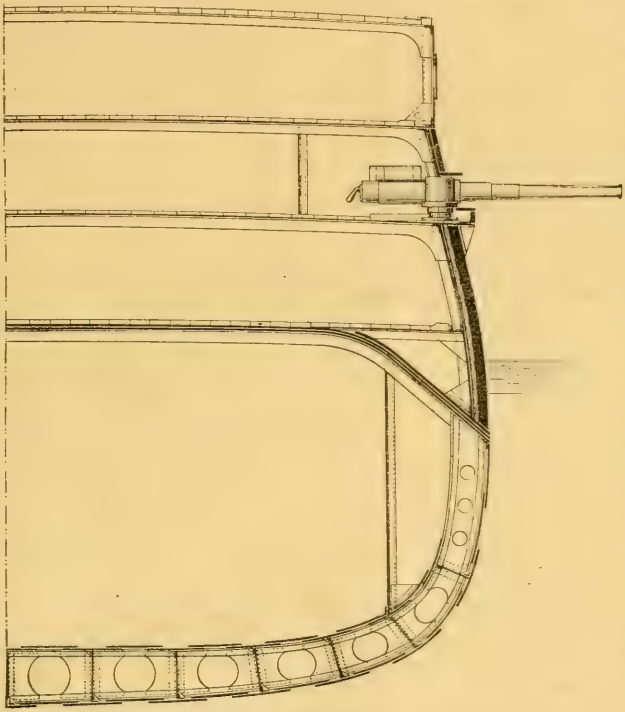


Fig. 3. — *Coupe au milieu du « Magnificent », protégé contre les obus à grande capacité d'explosif.*

Ainsi, les Anglais pensent que, dans les mers les plus lointaines, ils pourront avoir affaire à des adversaires possédant des obus à grande capacité d'explosif, et nous ne pouvons nous empêcher d'admirer la décision, l'esprit de suite et la rapidité avec lesquels ils sont en train d'accomplir le renouvellement de leur flotte cuirassée, qui s'enrichira à bref délai d'une escadre fort importante de bâtiments à la hauteur des derniers progrès.

Les Italiens avaient, dira-t-on, précédé les Anglais dans cette voie ; nous le reconnaissons, et nous tenons le *Re Umberto* et la *Sardegna* pour d'excellents cuirassés, tout en faisant, comme pour les précédents, nos réserves sur le décuirassement des extrémités et surtout de l'avant ; mais, lors de l'adoption de ce type de bâtiments, les conditions de la lutte étaient tout autres qu'aujourd'hui ; les principes sur lesquels était basée la protection étaient sujets à discussion, et, tout en reconnaissant

la grande valeur de ces navires, on pouvait ne pas se rendre compte que, contrairement à ce qui a lieu en général pour les bâtiments de guerre, ils deviendraient plus modernes en vieillissant; tout ce qu'on peut leur reprocher aujourd'hui est, en effet, d'avoir une cuirasse un peu mince s'ils se trouvaient avoir à lutter contre un ennemi pourvu de projectiles à explosif puissant, capable de traverser des plaques d'acier d'épaisseur moyenne. Les Italiens ont eu la chance de devancer le progrès; les Anglais, qui pouvaient faire de plus grands sacrifices pour leur flotte, se sont bornés à le suivre, mais ils ont agi résolument et sans perdre de temps.

Toutefois, si les renseignements qui ont été publiés à propos des derniers cuirassés mis en chantier en Italie sont exacts, les cuirassés *Ammiraglio di Saint-Bon* et *Emanuele Filiberto* montrent que les Italiens surveillent attentivement tous les progrès de l'artillerie ; notre impression est qu'ils doivent avoir des résultats d'expérience leur permettant de savoir ce qu'ils font et où ils vont. Depuis longtemps ils ont renoncé à la ceinture épaisse, qu'ils considéraient, étant donné son peu de hauteur, comme une protection illusoire; à un moment où les projectiles de rupture étaient les plus redoutables, ils ont eu recours à un pont blindé surmonté d'une tranche cellulaire : de cette idée sont sortis l'*Italia* et le *Lepanto* lancés en 1880 et 1883. Puis la petite artillerie à tir rapide ayant fait son apparition, ils ont fait le *Re Umberto*, la *Sardegna*, la *Sicilia* lancés de 1888 à 1891, où la protection précédente est combinée avec une cuirasse de flancs de 100 millimètres ne régnant que sur une partie de la longueur. Aujourd'hui, ils s'inquiètent des dégâts que pourrait faire un projectile à grande capacité d'explosif traversant cette épaisseur d'acier ou même rencontrant les parties décuirassées de l'avant et de l'arrière, et alors ils mettent en chantier des navires *cuirassés de bout en bout sur la presque totalité des œuvres mortes* et dont l'épaisseur varie de 25 centimètres au milieu à 10 centimètres aux extrémités, le pont en dos d'âne, appelé à jouer le rôle de pare-éclats, étant blindé à 10 millimètres dans la partie horizontale et à 75 millimètres dans le talus. Notons en passant qu'ils n'ont pas sacrifié la vitesse, qui doit être d'au moins 18 nœuds. Mais on sent que tous leurs efforts tendent à avoir une protection efficace, et que, à leur avis, elle consiste dans l'apposition sur les flancs d'une haute cuirasse, de bonne épaisseur moyenne, avec un pont blindé placé aussi bas que possible.

Nous attachons tellement d'importance à l'emploi des projectiles à grande capacité d'explosif, et aux moyens qu'on a imaginés dans les divers pays pour s'en garer, qu'il nous paraît utile de résumer ce qui précède en quelques lignes. On a trop de tendance en France à appeler *croiseurs* les navires qui n'ont pas un blindage de ceinture épais, sans réfléchir que, quand il s'agira de se battre, il n'y aura ni cuirassés, ni croiseurs, mais *des navires de combat*, et que, *pour résister à des projectiles donnés, il est logique d'employer le même mode de protection*, à moins qu'il ne s'agisse d'un destructeur de paquebots ou de petits bateaux rapides protégés par leur grande mobilité. Nous ne détestons rien tant que d'employer des termes anglais quand on peut se servir de mots français; mais chez nous le mot cuirasse de ceinture, qui devrait être réservé uniquement au cas où il n'existe qu'une bande étroite de cuirasse à la flottaison, a reçu une telle extension que nous croyons utile de mettre en regard les termes anglais et français pour donner toute sa portée à l'expression de notre pensée : le mode de protection des nouveaux navires anglais et italiens est caractérisé par l'apposition d'une *cuirasse de flancs* (*side protection*) au lieu de l'ancienne *cuirasse de ceinture* (*belt*) absolument condamnée par ces marines. Voici ce qu'on peut lire dans un numéro du *Times* d'un des mois derniers : « The *Majestic* « shows a very large area of side protection; — in « fact, the ship may be described as side-armou- « red in contradistinction to the term belted. The « change bears evidence to the growing appreciation of the value of rapid fire and high explosive « shells. » — « Le *Majestic* a ses flancs protégés « par un blindage sur une très grande surface. — « En fait ce navire peut être dépeint comme un « bâtiment cuirassé sur les flancs, par opposition à « ceux qui ont une cuirasse de ceinture. Cette ré- « volution montre le cas de plus en plus grand que « l'on fait de la valeur du tir rapide et des pro- « jectiles à explosifs. » Aucune phrase ne serait capable de mieux exprimer notre opinion sur les nouveaux cuirassés des deux grandes marines anglaise et italienne.

VIII. — Tubes lance-torpilles.

Les navires de combat modernes sont presque tous armés de tubes lance-torpilles. Il y a une tendance générale à substituer aux anciens tubes tirant au-dessus de l'eau des tubes sous-marins. Avec certaines espèces de torpilles, la disposition des tubes au-dessus de l'eau peut présenter quelque danger pour le bâtiment qui reçoit cette installation; d'autre part, le lancement des torpilles paraît beaucoup plus efficace avec des tubes sous-marins bien installés qu'avec les anciens lance-torpilles situés au-dessus de la flottaison. Les essais faits sur le *Royal Sovereign* ont confirmé pleinement ceux du *Vulcan* et du *Blenheim*. Le *Royal Sovereign* a sept tubes fixes, deux au-dessous

de l'eau, dont on a décrit sommairement l'installation[1] et cinq au-dessus, deux de chaque bord, un dans l'axe à l'avant. L'essai fut fait, le bâtiment marchant à 12 nœuds de vitesse environ, en tirant sur un but formé par trois cadres et figurant un navire de 91m44 de long. Les trois torpilles de tribord, lancées à 550 mètres de distance à peu près, frappèrent le but ; les torpilles furent alors sorties de l'eau, mises dans les tubes de bâbord et tirées d'une distance un peu plus grande ; dans ce nouveau tir, celle lancée au-dessous de l'eau donna seule un bon résultat. Quant au tube de l'avant, lors de la mise en chantier du *Royal Sovereign*, en se réservant la faculté de pouvoir se servir des tubes au-dessus de la flottaison, dans le cas où ceux que l'on essaiera pour tirer au-dessous de l'eau ne donneraient pas de suite des résultats parfaits.

Tout à l'heure, à propos des tubes du *Royal Sovereign*, nous avons mentionné qu'ils étaient tous fixes. Il semble que, dans certaines marines, il y ait tendance à supprimer la faculté de pointer les tubes au-dessus de l'eau, sans doute, entre autres raisons, parce qu'il est plus facile de protéger un tube fixe. Au-dessus de la flottaison, le

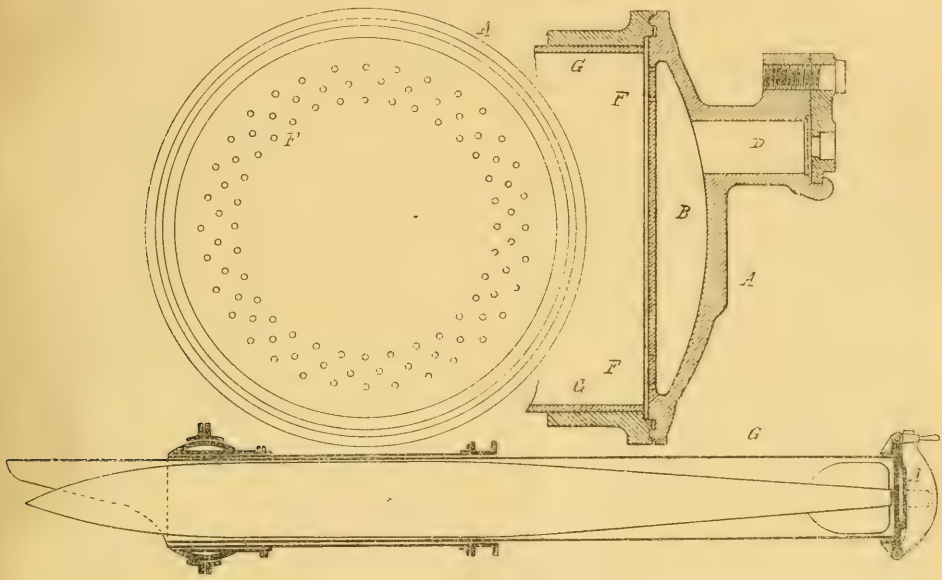


Fig. 4. — *Dispositif Lloyd et Hutchinson pour tubes lance-torpilles*

son coup ne valut rien, comme il arrive d'ordinaire avec cette disposition de tube. A la suite des excellents résultats obtenus avec leurs tubes au-dessous de l'eau, les Anglais ont multiplié sur les nouveaux bâtiments les tubes lance-torpilles sous-marins ; c'est ainsi que, sur les cuirassés type *Magnificent*, qui recevront seulement cinq tubes lance-torpilles, il y en aura quatre au-dessous de la flottaison ; le cinquième, placé au-dessus, est à l'arrière dans une partie où il n'est pas possible d'en mettre un au-dessous de l'eau.

En France, on prévoit sur les nouveaux bâtiments, les installations nécessaires pour disposer les tubes lance-torpilles, soit au-dessus, soit au-dessous de l'eau ; autrement dit, on prend la même précaution qu'avaient sagement prise les Anglais, lancement se fait presque toujours aujourd'hui avec de la poudre ou des substances similaires. En France, on se sert de poudre ; en Angleterre, les expériences récentes ont conduit à remplacer la poudre ordinaire par la cordite, à laquelle on attribue la faculté de donner une pression plus uniforme sur l'arrière de la torpille et des vitesses plus régulières, tout en salissant moins les tubes ; la cordite ne donne d'ailleurs pas plus de fumée que la poudre dont on se sert actuellement pour les canons. En Italie, on a abandonné la ballistite, pour revenir à la poudre à canon, qui corrode moins les tubes et donne des pressions plus régulières.

A ce dernier propos, nous signalerons un perfectionnement récent du mécanisme des tubes lance-torpilles, qui a été inventé et breveté par MM. *Lloyd* et *Hutchinson*, des chantiers *Elswick*. Ce

[1] *Revue gén. des Sciences pures et appliquées* (1er août 1893).

perfectionnement consiste à pourvoir l'arrière du tube d'une chambre de combustion dans laquelle commencent à se détendre les gaz provenant de la détonation de la charge explosive. Ces gaz passent ensuite dans l'intérieur du tube lance-torpilles à travers des orifices étroits qui s'opposent à l'entraînement dans le tube de parcelles incomplètement brûlées, et en même temps retardent suffisamment l'échappement des gaz afin de produire, dans la chambre, une pression capable d'assurer une combustion rapide et uniforme, tout en ne laissant passer les gaz dans le tube de lancement qu'à une pression assez modérée afin de ne pas risquer d'abîmer la torpille [1]. Cet appareil peut consister en une porte creuse A (fig. 4) fixée sur l'arrière du tube lance-torpilles et renfermant les deux chambres D et B. La petite chambre D sert à recevoir la cartouche, la chambre B constitue la chambre de combustion. Étant donné le petit volume de cette chambre et la difficulté qu'éprouvent les gaz à s'en échapper, la pression et la température s'élèvent dans l'espace D B, et l'explosion se fait bien complètement. Les gaz ne peuvent passer de la chambre B dans le tube lance-torpilles G que par les petits trous F; ils se détendent alors de manière que la pression atteigne la valeur qu'on s'est assignée.

IX. — Les enseignements de la bataille de Yalu.

Les flottes de guerre font assez-justement à beaucoup de personnes l'impression de superbes machines dont on ne saurait bien apprécier la valeur, tant qu'elles ne sont pas appelées à fonctionner. Et comme, sur toutes les questions relatives à la guerre navale, les avis les plus différents trouvent des partisans, l'attention est naturellement attirée sur le moindre engagement livré sur mer avec des engins modernes et dans des conditions à peu près analogues à celles où l'on se trouverait dans une grande guerre maritime. Les guerres du Chili et du Pérou, la guerre civile du Chili, la guerre civile du Brésil ont donné lieu à de nombreux comptes rendus et à d'ardentes controverses. Il devait *a fortiori* en être ainsi des combats livrés sur mer pendant la guerre sino-japonaise et surtout de la grande bataille de *Yalu;* comme les premiers renseignements sur les circonstances d'un combat ne peuvent manquer d'être insuffisants et même un peu contradictoires, et qu'il est dans la nature humaine de chercher à interpréter les faits de la façon la plus conforme aux idées qu'on s'est habitué à tenir pour bonnes, les enseignements qu'on a cherché à tirer de la bataille de Yalu s'appliquent à toutes les branches de l'art naval et conduisent aux conclusions les plus discordantes. Nous n'avons pas l'intention de faire ici un exposé des renseignements certains que l'on peut posséder dès à présent, mais seulement de mettre en garde contre des conclusions trop générales ou un peu hâtives, et de montrer quels sont les points qui nous paraissent devoir mériter d'attirer réellement l'attention.

On a dit que la bataille de Yalu avait révélé la nécessité de proscrire le bois à bord des navires, même pour les emménagements. Cette nécessité était si connue des marins ou des ingénieurs qui ont assisté à des expériences de polygone que, sur certains navires français, le *Hoche* entre autres, on avait, il y a déjà six ans, proscrit le bois et fait en tôle d'acier tous les meubles dont on n'aurait pas pu se débarrasser au moment du combat. Il en est de même pour les superstructures hautes et non protégées et les hunes militaires ; la bataille de Yalu n'a rien appris de nouveau aux personnes dont l'attention avait déjà été appelée sur ces sujets.

Au point de vue de la défense, les deux principaux cuirassés chinois, le *Ting-Yuen* et le *Tschen-Yuen*, sont restés au feu pendant près de cinq heures sans que leur cuirasse ait été entamée; les quelques empreintes de projectiles de gros calibre que l'on a relevées sur l'un d'eux montrent que l'obus n'a pas pénétré de plus de 8 centimètres. Pour bien apprécier ce résultat, il faut songer que l'escadre japonaise, maîtresse de la distance, grâce à la supériorité de sa vitesse, s'est, pendant la plus grande partie du combat, tenue à 2.000 ou 3.000 mètres de l'escadre chinoise et que, d'autre part, elle ne possédait qu'en très petit nombre les obus en acier chromé en usage dans les principales marines; si les cuirasses des navires chinois étaient faites avec des plaques compound d'ancienne fabrication, d'autre part, il ne faut pas négliger de dire qu'elles n'ont été à peu près frappées que par des obus en fonte. Nous avons d'ailleurs entendu dire que les Japonais n'avaient d'ailleurs tiré pendant cette longue bataille qu'une faible quantité de coups de gros calibre. Tout cela nous semble de nature à expliquer comment, avec des pièces à peu près équivalentes comme puissance aux meilleures pièces des plus forts calibres en usage dans les marines européennes, les Japonais n'ont pas réussi à perforer des cuirasses un peu démodées.

D'ailleurs, les pièces de gros calibres des navires japonais ont fait leur office, puisqu'un seul obus de rupture a suffi pour faire sombrer le croiseur cuirassé chinois *King-Yuen*. Ce navire, atteint à l'arrière à la hauteur de la flottaison, s'enfonça d'abord de l'avant, puis bascula pour couler par l'arrière. Le coup avait vraisemblablement perforé le pont blindé et, en allant sortir dans les fonds, peut-être en déterminant une explosion sur son

[1] On sait que, dans ce but, on ne dépasse guère une pression de 2 k. 800 par centimètre carré.

trajet, a suffi pour causer la perte du navire. En constatant que ce croiseur cuirassé et que le croiseur protégé *Tschi-Yuen* avaient été coulés, tandis que les gros cuirassés *Tschen-Yuen* et *Ting-Yuen* avaient pu fuir, on a tiré cette conclusion que la protection assurée par le cuirassement était bien supérieure à celle fournie par une tranche cellulaire et un pont blindé. Nous sommes tout à fait d'avis que rien ne vaudrait, comme protection, une cuirasse suffisamment haute et suffisamment épaisse, régnant de bout en bout, s'il était possible de l'installer; mais, pour nous en tenir à la flotte en question, il suffit de jeter un coup d'œil sur les plans des grands cuirassés chinois pour se rendre compte qu'étant défendus aux extrémités exactement comme des croiseurs, ainsi que le sont tous les cuirassés anglais et américains, le même coup qui a envoyé un croiseur cuirassé par le fond les y aurait envoyés également. Le seul enseignement à tirer de ce que les croiseurs n'ont pas sombré dans ces conditions, c'est qu'ils ont eu la chance de ne pas recevoir un projectile aussi mal placé. Ce qui est certain, c'est que la flotte japonaise, qui a été victorieuse, avait une protection d'un poids moindre que la flotte chinoise.

Il est très intéressant d'examiner l'artillerie des deux flottes. Nous tirons d'une étude très intéressante de M. le Capitaine d'artillerie *Rollin*[1] les indications suivantes. Si l'on récapitule l'ensemble des divers vaisseaux de la flotte chinoise, on trouve pour la totalité de l'artillerie :

25 canons de gros calibre 29 canons de moyen calibre 131 (ou 117) de petit calibre dont 81 mitrailleuses	Soit 185 (ou 171) bouches à feu.

L'ensemble de l'artillerie japonaise comprenait :

13 canons de gros calibre 91 canons de moyen calibre 146 canons de petit calibre dont 54 mitrailleuses	Soit 250 bouches à feu.

M. *Rollin* ne donne pas ces nombres comme absolument exacts, mais il fait avec raison remarquer que les quelques inexactitudes qui pourront plus tard être relevées sont de peu d'importance, et ne sont point, en tout cas, de nature à modifier le caractère très tranché et nettement différent des deux artilleries opposées. Les Japonais avaient des pièces de gros calibres très puissantes et très perfectionnées, mais en nombre moitié moindre que celles des Chinois; très inférieurs à cet égard, ils avaient une artillerie moyenne bien supérieure, triple de celle des Chinois, et une très forte proportion de canons à tir rapide. Les pièces de petit calibre étaient à peu près en nombre égal dans les deux flottes. On compare souvent l'artillerie en mettant en regard les poids de la salve que peuvent lancer deux flottes; ce poids s'élevait, d'après le *Militar Wochenblatt*, à 7.067 k. 5 pour la flotte chinoise et à 5.844 kil. pour la flotte japonaise.

En résumé, l'artillerie japonaise pourrait paraître très inférieure comme puissance si on ne tenait pas compte de l'avantage que lui donnait le tir rapide; c'est à cette supériorité de leur armement, dont ils ont su profiter, que les Japonais sont redevables de la victoire, comme l'a constaté le Capitaine *von Hanneken* (*Rev. du Cercle milit.*). Les canons à tir rapide ont donné aux Japonais un immense avantage en semant partout des pluies d'éclats, en mettant souvent le feu aux navires chinois et en criblant tout ce qui n'était pas abrité contre leur tir.

Le rôle prépondérant joué par le canon à tir rapide est un fait qui se dégage nettement de l'étude de la bataille de Yalu; afin de tirer de leur armement le meilleur parti possible, il semble que les Japonais aient eu soin de se tenir le plus souvent à une distance suffisante de l'ennemi pour que l'armement de la flotte chinoise en pièces de gros calibres ne devînt pas dangereux pour leurs navires. En un mot, c'est grâce à sa vitesse supérieure que la flotte japonaise a pu profiter de sa supériorité d'armement en pièce de moyens calibres à tir rapide.

Nous pensons, comme M. le Capitaine *Rollin*, « que la bataille de Yalu n'est qu'une image imparfaite de ce que pourrait être actuellement une grande bataille navale. » Nous avons la ferme conviction que les obus à grande capacité d'explosif joueront désormais un rôle prépondérant, et, à Yalu, il n'y avait ni obus à grande contenance d'explosif ni même à petite. Mais ce qui nous semble à retenir, c'est que, pour bien utiliser ses munitions, suivant l'armement que l'on possédera, il est indispensable d'avoir la supériorité comme vitesse. Le combat de Yalu a duré cinq heures, une bataille livrée avec les nouveaux explosifs sera terminée beaucoup plus vite, mais il importe que, pendant la première période qui décidera, du reste, de la journée, on soit maître de ses distances; on ne le restera peut-être pas quand de part et d'autre des navires auront été endommagés, mais à ce moment le sort de la journée sera réglé.

En résumé, les caractéristiques de la flotte japonaise étaient une protection moindre, une force offensive plus grande comme artillerie de moyen calibre à tir rapide et comme vitesse, et, toute question de personnel à part, c'est à cela que nous attribuons son succès.

Ce sont des enseignements dont il convient de profiter, mais avant tout il ne faut pas oublier ceci : *Dans la prochaine guerre navale européenne, la victoire appartiendra à celui qui aura des obus en acier à forte capacité d'explosif avec fusée de culot retardée.*

A. Croneau.
Ingénieur des constructions navales,
Professeur à l'Ecole d'Application du Génie maritime.

[1] *Revue d'Artillerie*, 4e livraison, janvier 1895.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

L'ÉLECTRICITÉ EMPLOYÉE COMME MOYEN DE CHAUFFAGE — UNE SABLIÈRE POUR TRAMWAYS

L'emploi de l'électricité comme moyen de chauffage est encore tout à fait exceptionnel. Sans doute, elle conserve dans ce cas les qualités de souplesse et de commodité qui lui sont propres. Mais son prix de revient est beaucoup trop élevé, et la chaleur qu'elle produit beaucoup trop coûteuse. Cependant, ce serait une erreur grossière de comparer les prix de revient immédiats de la calorie qu'ils produisent pour obtenir la valeur relative de deux moyens de chauffage. Par prix de revient immédiat, nous entendons le prix de revient unitaire de la matière ou de l'agent employé au chauffage divisé par le nombre de calories produites par unité. Une telle comparaison serait souvent tout à fait fausse. Voici un exemple emprunté, il est vrai, à l'éclairage, mais qui peut facilement avoir son correspondant quand il s'agit de chauffage : un commerçant possède une arrière-boutique assez vaste, qui était éclairée primitivement par plusieurs becs de gaz. Il ne s'y tient pas d'une manière continuelle ; mais il a très souvent besoin d'aller y prendre ou y porter quelques objets. Aussi, quand il avait l'éclairage au gaz, devait-il laisser brûler constamment ses becs, sinon à pleine pression, au moins en veilleuse.

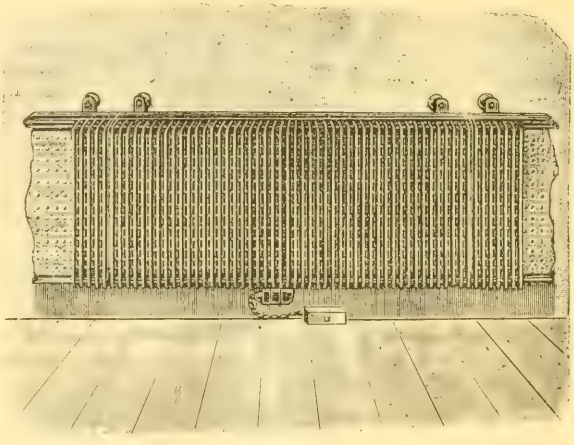


Fig. 1. — *Radiateur Crompton fixé à un mur.*

L'électricité, au contraire, lui a permis d'annuler complètement la dépense de lumière aux moments où celle-ci est inutile, et il s'est trouvé que, par ce fait, la dépense totale est devenue moins forte avec l'électricité qu'avec le gaz. Ce sont surtout des cas semblables qui peuvent rendre le chauffage électrique plus économique que ses rivaux.

Il en est ainsi, paraît-il, au Vaudeville-Theatre à Londres, où l'on vient de l'installer avec succès [1]. Prenons donc l'exemple d'un théâtre, puisqu'il nous est offert, et voyons quels peuvent être les frais accessoires supprimés par l'électricité. Elle ne demande point de chaudière spéciale, et par conséquent point d'emplacement pour cette chaudière, ni d'ouvrier pour la surveiller et la conduire. Il en résulte une diminution de main-d'œuvre, une augmentation de l'espace disponible, considération qui n'est pas à dédaigner dans les théâtres de nos grandes villes, et, en même temps, une augmentation de sécurité au point de vue des incendies et explosions. Les compagnies d'assurances sont loin d'être indifférentes sur ce sujet. Quant aux appareils de chauffage proprement dits, ceux qu'emploie l'électricité sont moins coûteux et moins difficiles à entretenir. Ils tiennent moins de place et peuvent être répartis dans une salle d'une manière plus rationnelle. N'offrant aucun danger d'incendie, il est possible de les poser en des endroits où l'on n'aurait jamais songé à poser d'autres appareils. Il résulte de ce fait une économie, en ce sens qu'il n'y a point de parties de la salle surchauffées au détriment des parties voisines, et par conséquent pas de chaleur perdue. Enfin, les appareils électriques ne demandent aucune préparation préliminaire avant leur emploi, ni aucune surveillance particulière pendant celui-ci. Un bouton à tourner au moment convenable, voilà tout le travail qu'ils réclament. C'est peu, en vérité, et cela se traduit par une diminution de main-d'œuvre.

Ajoutons qu'au moment où les théâtres s'éclairaient au gaz, beaucoup d'entre eux n'étaient pourvus d'aucun moyen de chauffage ; le gaz, en brûlant, produisait la chaleur nécessaire. Il en résultait une économie considérable pour le directeur, en même temps qu'un fort mal de tête pour les spectateurs, au moins pour ceux des étages supérieurs. Les Anglais avaient adopté une expression pour désigner ce mal de tête : ils l'appelaient le *theatre head-ache*. Quand vint la suppression obligatoire de l'éclairage au gaz, le mal de tête disparut en même temps que la chaleur produite par les becs ; il fallut songer à établir des moyens de chauffage qui n'existaient pas jusqu'alors.

Des installations non prévues dans les plans primitifs et faites ainsi après coup sont toujours gênantes. Aussi n'est-il point étonnant qu'on ait cherché à utiliser l'électricité que, pour l'éclairage, on était obligé d'introduire dans la salle et qui, de plus, avait l'avantage d'offrir des appareils peu encombrants et inoffensifs pour la santé des spectateurs. La direction du Vaudeville-Theatre entreprit des essais dans ce sens. Elle installa quatre grands *radiateurs* du type Crompton-Dowsing de manière à chauffer les parties les plus importantes du théâtre et les fit fonctionner pendant une semaine. Ces radiateurs ont chacun une surface d'environ 0m²84 et prennent 12 ampères sous une tension de 100 volts. Les essais ayant été trouvés satisfaisants, on a installé dix-huit radiateurs fixes d'environ 18 à 19 décimètres carrés de surface et prenant chacun 3 ou 4 ampères sous la même tension de 100 volts. On

[1] [illegible]

continue à employer en même temps deux grands radiateurs mobiles.

L'intensité totale ainsi utilisée est d'environ 90 ampères, ce qui correspond, en admettant que le chauffage dure quatre heures, à 360 hectowatts-heure. Admettons 0 fr. 12, pour prix de l'hectowattheure, nous obtenons une dépense de 43 fr. 20 par représentation. Mais nous devons ajouter que le prix de 0 fr. 12 pour l'unité électrique est excessivement élevé et que, dans beaucoup de cas, on peut sans grande erreur le réduire de moitié au moins.

On atteint aisément, au Vaudeville-Theatre, la température très suffisante de 15 à 16° C., température que l'on règle naturellement avec une extrême facilité. Les radiateurs ne peuvent, d'autre part, se surchauffer: ils sont munis de coupe-circuits fusibles qui empêchent le courant de dépasser une intensité donnée.

Leur installation complète n'a pas coûté plus cher que l'installation du chauffage à eau chaude, par exemple. Les frais d'entretien et de surveillance sont pour ainsi dire nuls. Si l'on ajoute à cela les avantages particuliers qu'ils offrent au point de vue de la sécurité et de la commodité, on voit que leur adoption se comprend parfaitement à tous les points de vue.

Nous reproduisons deux dessins représentant : l'un (fig. 1), un radiateur fixe Crompton attaché au mur par des oreilles et des écrous, l'autre (fig. 2) un certain nombre de radiateurs mobiles du même type. Ils donneront une idée de l'aspect de ces appareils ; nous regrettons de ne point pouvoir fournir, faute de les avoir, quelques détails sur leur mode particulier de construction et de fonctionnement.

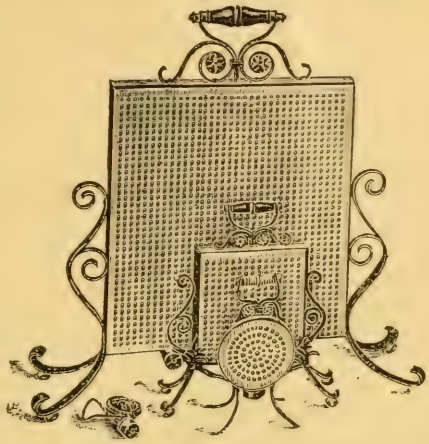


Fig. 2. — *Modèles divers de radiateurs Crompton mobiles.*

Les voitures roulant sur rails, locomotives, tramways, etc., portent très souvent des *sablières*, c'est-à-dire des boîtes remplies de sable, destiné à être projeté sur ces mêmes rails dans les moments opportuns. La projection du sable a pour but d'augmenter le coefficient de frottement soit pour empêcher le patinement des roues, soit, — et c'est le plus souvent le cas pour les tramways, — pour aider à l'action du frein et obtenir un arrêt plus rapide. L'encombrement des rues de nos villes et la nécessité d'éviter des accidents qui, sans précautions spéciales, se produiraient à chaque instant, font de cette question de la promptitude de l'arrêt une question de première importance.

Notre figure 3 représente une nouvelle sablière due à M. Emil Heiz, Bell Building, Paterson, N.-J.[1] Elle a pour but d'obtenir, quand cela est nécessaire, un arrêt aussi rapide que possible, tout en limitant la dépense de sable au strict nécessaire. La sablière ne se vide ainsi que partiellement et peut fonctionner un grand nombre de fois avant que l'on ait besoin d'y toucher et de renouveler son approvisionnement. Elle se compose de la sablière proprement dite, ou boîte de sable S, d'une boîte intérieure C, d'un ressort à boudin O, d'un tampon P, d'une soupape V, d'un pivot D et de deux tiges A et B. Ces deux tiges sont solidaires et mues par une pédale, que manœuvre le conducteur. Une pression sur la pédale abaisse le tampon P et ouvre la soupape V. Le diamètre du tampon est plus petit que celui de l'ouverture inférieure, de sorte qu'il reste un vide circulaire à travers lequel s'écoule le sable, dont le débit est ainsi parfaitement réglé. Aussitôt que la pression sur la pédale cesse, sous l'action du ressort O, le tampon P se relève et la soupape se ferme.

Le tampon, par son mouvement de descente, aide à dégager l'ouverture des matières étrangères qui auraient pu s'y accumuler. En outre, si l'on donne sur la pédale plusieurs petits coups successifs, il peut jouer le rôle d'agitateur et déterminer, s'il en est besoin, l'écoulement du sable. D'autre part, la soupape, par sa position, préserve l'ouverture inférieure de la boue qui, en raison de la proximité du sol, a tendance à s'y accumuler, et qui, sans cette précaution, pourrait, surtout par les temps de gelée, en bouchant complètement la sablière, empêcher son fonctionnement.

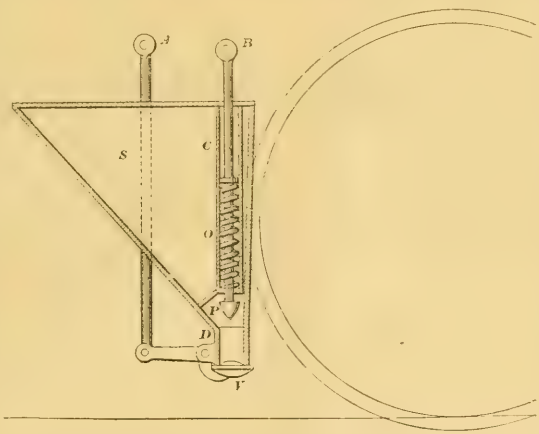


Fig. 3. — *Sablière pour tramway.* — *A* et *B*, Tiges de commande de la soupape et du piston. — *C*, Boîte intérieure contenant le ressort *O*. — *P*, Tampon. — *V*, Soupape. — *D*, Pivot de la soupape. — *S*, Boîte contenant le sable. — Derrière la sablière se trouve la roue.

A. Gay,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

[1] *American Machinist*. N° 4. Vol. 18, 1895.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Bourlet (C.), *Docteur ès sciences, Professeur au Lycée Henri IV.* — **Traité des bicycles et des bicyclettes, suivi d'une application à la construction des vélodromes.** — 1 *vol. petit in-8° de* 230 *pages avec* 33 *fig. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché.* 2 *fr.* 50 ; *cartonné,* 3 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils et G. Masson, Paris,* 1895.

Cet ouvrage est dû à la collaboration d'un habile mathématicien et d'un cycliste consommé réunis dans la personne de l'auteur; il en est résulté une œuvre très originale et d'une saveur particulière, où le langage propre au nouvel exercice (l'auteur ne nous en voudra pas de dire « l'argot du cycle ») s'allie aux développements mathématiques, et s'insinue au milieu des formules. Presque tout était à faire, du moment où l'on voulait donner une théorie complète des diverses actions qui entrent en jeu dans le mouvement du bicycle; les quelques mémoires déjà parus sur cette question très à l'ordre du jour se bornent, en effet, à traiter des aspects particuliers ou à résoudre quelques questions de détail.

Ce traité est divisé en trois parties, relatives respectivement au problème cinématique et mécanique de l'équilibre, à la dépense d'énergie dans la propulsion, et sa consommation dans les divers frottements, enfin à la construction d'un vélodrome.

La courbe que décrit le vélocipède se calcule aisément, à l'aide d'une intégrale double, lorsqu'on connaît l'angle variable que forment entre elles les tangentes aux trajectoires des deux roues; cette équation tout à fait générale, que l'auteur établit tout d'abord, sera utilisée plus tard, lorsque les conditions d'équilibre auront montré quelles relations doivent être satisfaites entre la vitesse de la machine, le rayon de courbure de la ligne parcourue et son inclinaison sur l'horizontale. L'inclinaison maxima dépend, du reste, du coefficient de frottement avec le sol, et c'est la valeur plus ou moins grande de ce dernier qui fixe, dans chaque cas, le rayon minimum que l'on peut décrire à une allure donnée. Cette question est traitée très à fond dans le premier chapitre. L'auteur montre comment, lorsque l'équilibre est rompu, on peut le rétablir par un mouvement du guidon. Il nous enseigne, entre autres, que *l'aisance du rétablissement croît comme le carré de la vitesse.* Lorsque le guidon n'est plus maintenu, il faut, pour que l'équilibre soit possible, que la roue directrice tourne d'elle-même du côté de la chute; cette condition n'est pas réalisée dans toutes les machines, et l'on n'est guère parvenu à la satisfaire à coup sûr que par des tâtonnements successifs; l'auteur donne, comme condition essentielle, que la fourche soit légèrement recourbée en avant à sa partie inférieure. Nous reproduisons ces détails, parmi beaucoup d'autres, pour montrer la nature des résultats auquel l'auteur arrive, par une analyse rigoureuse. Si nous avions un reproche à adresser à cette première partie de l'ouvrage, c'est précisément que le calcul y est parfois un peu trop serré. Les habitudes de rigueur du professeur l'ont entraîné à donner la démonstration complète de certains théorèmes assez évidents. Le défaut, si tant est que cette tendance puisse être ainsi qualifiée, est de ceux dont on se corrige trop aisément.

Si les questions d'équilibre peuvent être traitées d'une façon complète avec les seules ressources du calcul, il n'en est pas de même de la propulsion et de la consommation d'énergie. Ici, le raisonnement n'est plus qu'un guide, mais l'expérience doit, avant tout, être consultée, et, malheureusement, les expériences dans ce domaine sont peu nombreuses et pas très concordantes. Les résultats sont donnés par l'auteur avec une réserve dont on ne saurait trop le louer; mais cette synthèse qu'il a faite du peu que l'on sait en cette matière aura le grand mérite de montrer la nature des expériences à faire et les lacunes à combler. La discussion conduit à adopter une formule contenant une constante et les deux premières puissances de la vitesse. Les constantes de cette formule peuvent être déterminées par l'expérience, pour un cycliste donné, et pour une route de qualité connue. Nous ne parlons pas de la machine, que l'on suppose n'absorber qu'une portion infime du travail total. Le travail à la montée s'ajoute à celui que l'on vient de calculer et l'on peut établir un abaque donnant, pour toutes les vitesses et toutes les pentes entre certaines limites, la puissance à dépenser pour soutenir sa vitesse. On pourrait penser, au premier abord, que toutes les combinaisons de vitesse et de pentes, conduisant à la même puissance totale, seront équivalentes pour le cycliste. C'est une grave erreur, contre laquelle l'auteur met en garde, fort judicieusement. La puissance moyenne est un critérium insuffisant des efforts du cycliste; l'effort maximum sur la pédale en donne une plus juste idée. Ce résultat de l'expérience conduit à une intéressante dissertation sur les deux qualités du cavalier, la force et l'endurance, qualités bien différentes l'une de l'autre, et qui classent les coureurs en cyclistes de vitesse et de fond. Nous sommes heureux de voir, dans ce chapitre, faire bonne justice de certains préjugés concernant le poids de la machine, que l'on allège souvent d'une façon ridicule. Le rôle des vibrations comme source de consommation est bien mis en lumière; c'est là que l'on doit chercher la vraie raison pour laquelle il est avantageux de démonter les pièces mobiles, frein et garde-crotte.

Il nous paraît que la formule à trois termes, à laquelle on s'est tenu jusqu'ici, est encore trop simple, si l'on cherche à ébaucher une théorie analytique du pneumatique; il semble que, pour les terrains raboteux tout au moins, on doive faire intervenir des puissances négatives de la vitesse; le fait, tout paradoxal qu'il paraisse, se fonde sur ce que, aux faibles vitesses, le caoutchouc suit les dénivellations et les fait partager à la machine, tandis que, aux allures plus vives, l'obstacle s'imprime tout entier dans le caoutchouc et le mouvement se fait sensiblement en ligne droite. C'est là, disons-le, une opinion personnelle, qui ne repose pas sur des expériences systématiques, mais seulement sur un embryon de théorie.

La plupart des vélodromes ont été construits d'une façon très irrationnelle; ils se composent, en général, de deux lignes droites, parallèles, raccordées par des demi-circonférences. Il en résulte que, lorsque le cycliste passe brusquement de l'une à l'autre de ces sections, il devrait donner brusquement à la machine une inclinaison correspondant au nouveau rayon de courbure de la piste. Mais alors, comme le rayon des tournants est le plus souvent assez restreint, il est nécessaire de les incliner vers l'intérieur, afin que l'angle de la machine avec la voie ne tombe pas au-dessous de l'angle de frottement, et que le cycliste ne *dérape* pas. On serait donc conduit, rationnellement, à construire la voie de telle sorte qu'une section en pente vers l'intérieur succède à une piste de niveau. Ces deux sections seraient séparées par une tranchée,

ce qui condamne le système. On a cherché un palliatif en raccordant les deux parties par une section très courte formant bosse, sur laquelle on cherche tant bien que mal son équilibre; il en est résulté de nombreux accidents, comme on eût dû s'y attendre. Le remède très simple, indiqué par M. Bourlet, consiste à adopter une courbe de raccordement telle que le cycle reste en équilibre en se penchant d'un mouvement gradué au moment où il quitte la section rectiligne. En admettant, comme condition, une vitesse d'inclinaison constante, on arrive, pour déterminer la courbe, aux deux intégrales de Fresnel, qui donnent une spirale nommée par l'auteur la *courbe de Cornu*. Si la vitesse aux virages était toujours la même, le raccordement des deux droites parallèles par deux portions symétriques de courbes de ce genre serait parfait; mais il faut compter avec certaines limites de vitesse et avec des dimensions souvent restreintes de la piste; c'est pourquoi il faut éviter les plus faibles rayons de courbure et relier les deux segments de courbes de Cornu par un arc de cercle. Un tableau calculé par M. Bourlet donne les constantes de ces courbes pour des vitesses déterminées, et des dimensions connues de la piste. La surface ainsi calculée est une surface d'équilibre, mais on peut la parcourir à des vitesses assez différentes si le frottement sur le sol est suffisant. Lorsque la piste a une largeur assez grande, la section du virage doit, naturellement, présenter une forme convexe, puisque, pour une même vitesse linéaire, la force centrifuge diminue à mesure que le rayon de courbure augmente.

Cette troisième partie de l'ouvrage est, en quelque sorte, la plus inattendue et, sinon la plus documentée, du moins celle qui conduit au plus grand nombre de résultats pratiques. Nous ne doutons pas que, lorsque le traité de M. Bourlet sera connu comme il le mérite, il ne contribue sérieusement à l'amélioration des pistes vélocipédiques. CH.-ED. GUILLAUME.

Henry (Ch.). — **Abrégé de la théorie des Fonctions elliptiques**, *à l'usage des candidats à la licence mathématique.* — 1 *vol. in*-8°, *de* 126 *pages. Nony, Paris*, 1895.

La théorie des fonctions elliptiques passe, à juste titre, pour l'une des plus ardues dans l'étude des mathématiques supérieures. Il existe plusieurs ouvrages qui ont pour objet d'en présenter un exposé complet; mais aucun, du moins en France, n'offrait aux candidats à la licence les éléments essentiels qui leur sont nécessaires pour l'examen. C'est cette lacune que M. Ch. Henry s'est proposé de combler, en prenant pour base de son travail la méthode d'exposition que l'on trouve dans la dernière édition du *Cours d'analyse* de M. Jordan. « Mettre en relief, dit-il, les idées principales, signaler nettement l'objet qu'on se propose, « éviter les longues transformations algébriques qui ne « servent qu'à la masquer, telle est la pensée qui a « présidé à la composition de cet opuscule, d'ailleurs « purement didactique. »

L'ouvrage, fort bien ordonné, répond à ce programme modeste, mais d'une exécution difficile en raison même de cette modestie. Il se divise en quatre parties : *Généralités concernant les fonctions elliptiques; la fonction* pu; *les fonctions* $\mathrm{sn}\,u$, $\mathrm{cn}\,u$, $\mathrm{dn}\,u$; *les fonctions* θ.

Il est certain qu'après l'étude de l'excellent volume de M. Ch. Henry, on ne peut pas se flatter de posséder à fond et complètement la théorie des fonctions elliptiques. Mais on en sait les éléments essentiels, nécessaires pour l'examen de la licence, et l'on est par cela même préparé à l'étude des mémoires et des ouvrages spéciaux, si l'on désire s'initier à ces belles et difficiles spéculations de la haute analyse mathématique.

M. Ch. Henry a donc rendu à la science et à l'enseignement des mathématiques supérieures un grand service, par la publication de ce petit manuel, précieux instrument entre les mains des candidats, et introduction utile pour les mathématiciens qui veulent pousser plus avant leurs études ultérieures. C.-A. LAISANT.

2° Sciences physiques.

Monod (Ed.-G.). — **Stéréochimie.** (*Exposé des théories de Le Bel et van't Hoff, complétées par les travaux de MM. Fischer, Baeyer, Guye et Friedel, avec une préface de M. Ch. Friedel.*) — 1 *vol. in*-8° *de* 164 *pages avec figures.* (*Prix : 5 francs*). *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

Voici un petit volume qui sera, j'en suis sûr, considéré comme le bienvenu par la plupart de nos jeunes chimistes français, car, depuis que l'on parle de la stéréochimie et des travaux qui s'y rattachent, personne n'avait eu l'idée, dans notre pays, de réunir les principaux faits acquis à ce sujet et d'en constituer un ensemble doctrinal, utilisable à la fois par le maître et par l'étudiant. L'essai de M. Monod est réussi et son exposition est aussi claire que pouvait le permettre le cadre restreint qu'il s'était tracé.

Après avoir établi la symétrie parfaite du groupe CR^4 et fondé sur cette symétrie l'hypothèse du tétraèdre, l'auteur examine d'abord les cas les plus simples de dissymétrie, au point de vue géométrique comme aux points de vue optique et cristallographique. Il est peut-être à regretter qu'ici M. Monod n'ait pas suffisamment mis en lumière l'importance des recherches mémorables de M. Pasteur sur l'acide tartrique, qui sont, en définitive, le point de départ et la base fondamentale de toute notre stéréochimie moderne; à regretter aussi, pour les commençants, qu'il n'ait pas eu recours, à propos des isomères optiques, à la comparaison si simple d'un objet avec son image dans un miroir plan.

L'auteur étudie ensuite, dans différents chapitres, les corps à deux, trois, quatre, n atomes de carbone asymétriques simplement liés ; à ce sujet il rappelle les derniers travaux de M. Em. Fischer sur la configuration des sucres, puis il passe aux composés éthyléniques, examine l'isomérie fumarique et enfin, par l'intermédiaire des acides muconique et hydromuconiques, essaie de passer logiquement des corps à chaîne longue aux composés cycliques, cyclohexane ou benzène. Ici une observation me paraît nécessaire, qui d'ailleurs ne touche aucunement aux doctrines stéréochimiques : M. Monod nous dit que les tétraèdres s'ajoutent les uns aux autres toujours de la même manière, à mesure que leur chaîne s'allonge; il en conclut que forcément ils donnent naissance à un contour polygonal lorsqu'on ajoute un seul atome de carbone, convenablement placé, à une molécule en C^5, et il nous montre à l'appui un schéma renfermant cinq tétraèdres simplement liés, dont les deux extrêmes attendent, pour former un cycle, qu'on complète la figure par un sixième atome de carbone, alors qu'ils devraient presque se toucher, puisque l'angle intérieur du pentagone régulier est celui qui répond le mieux à l'angle des arêtes de deux tétraèdres dont le sommet commun est sur la droite qui joint leurs centres de gravité.

Ce sixième atome de carbone est une carte forcée ; puis, pourquoi nous dire que *l'on peut être bien certain que les schémas sont tels que le dessin les montre*, alors qu'on n'en sait absolument rien ? Et, s'il est vrai que *l'on peut calculer les angles faits par les faces de tétraèdres consécutifs, quand ceux-ci sont réguliers*, quelle est donc la valeur de ces angles dans l'acide caproïque, l'acide laurique et l'acide mélissique ?

L'auteur aurait certainement mieux fait de passer directement au benzène, dont la stabilité, infiniment plus grande que celle de ses hydrures, s'explique, dans le même ordre d'idées, par l'absence, dans sa molécule, de toute tension ou déformation notable de chaque système de tétraèdres simplement ou doublement liés ; la condensation de l'acétylène était encore ici le meilleur moyen de passer de la série grasse à la série aromatique.

M. Monod examine donc successivement les dérivés du cyclohexane et ceux des chaînes fermées à liaisons

simples et doubles ; l'exposition est un peu rapide et nous recommanderons à ceux qui ne sont pas encore familiarisés avec les notions d'isomérie dans l'espace de ne pas s'en tenir à une seule lecture : ils pourraient croire qu'un dérivé cyclique tel que $(CH^2)^5CXY$ (cyclohexane bisubstitué 1.1) *peut évidemment exister sous deux formes isomériques cis et trans* (page 94) ou qu'il y a quelque différence fondamentale entre l'inosite, l'hexachlorure de benzène et l'acide hydromellique. On ne voit pas, en effet, pourquoi l'auteur termine ce chapitre en disant : *l'étude des dérivés de l'inosite conduit au benzène ; au contraire, les constitutions des hexachlorures et de l'acide hydromellique dérivent de l'étude du benzène;* sans doute, veut-il dire par là que, pour établir la constitution des hexachlorures de benzène, on a suivi une marche inverse de celle qui a conduit à la formule de l'inosite ; mais, si l'on avait raisonné à leur égard de la même manière, ce qui eût été, au fond, plus simple et même plus logique, si l'on s'était fondé, par exemple, sur leur transformation bien connue en trichlorobenzène, ne serait-on pas arrivé à des schémas différents de ceux que l'on admet aujourd'hui ? Et dès lors pourquoi être aussi affirmatif ?

L'auteur donne ensuite les formules stéréochimiques des neuf inosites possibles (à signaler quelques fautes d'impression dans les schémas), celles des acides hydrophtaliques de M. Bæyer et enfin celles des deux hexachlorures de benzène, d'après M. Friedel.

L'ouvrage se termine par un exposé succinct des travaux de M. Ph. Guye sur les variations du pouvoir rotatoire et le produit d'asymétrie ; pas un mot sur la stéréochimie des composés de l'azote ni sur la position favorisée de M. Wislicenus.

En résumé, la stéréochimie de M. Monod rend compte, aussi nettement que possible, des doctrines actuelles relatives à l'isomérie dans les trois dimensions des corps carbonés ; les observations que nous avons cru devoir faire sur quelques points ont simplement pour objet de prévenir les commençants de ce qu'ils pourraient y voir de trop absolu ou de trop dogmatique ; en l'étudiant ils ne devront jamais oublier que l'hypothèse du tétraèdre n'est aucunement nécessaire à la chimie de l'espace et qu'elle n'est qu'un moyen commode de matérialiser la notion fondamentale de dissymétrie.

Sous sa forme actuelle, le livre de M. Monod peut déjà rendre de grands services ; il deviendra excellent quand l'auteur, encouragé par le succès que nous lui souhaitons, l'aura étendu un peu davantage.

L. MAQUENNE.

Moreau (G.), *Ancien élève de l'Ecole polytechnique et de l'Ecole Nationale supérieur des Mines.* — **Etude industrielle des Gîtes métallifères.** — *Un vol. gr. in-8° de 450 p. avec 80 fig. dans le texte. (Prix, relié 20 fr.) Baudry et Cie. Paris.* 1894.

M. Moreau déclare, dans sa préface, qu'il a supposé connus les faits relatifs aux gîtes métallifères et s'est seulement attaché à mettre en évidence les caractères permettant d'apprécier la valeur d'un gîte. C'est donc une sorte d'aide-mémoire du prospecteur que cet ouvrage, et il a les avantages et les inconvénients de ce genre de publication. Il contient l'indication d'un très grand nombre de faits, de résultats utiles à connaître, mais il ne peut suffire à faire disparaître l'ignorance ordinaire des prospecteurs, que déplore M. Moreau. Il est surtout intéressant en ce sens qu'il montre comment se relient ensemble les diverses parties de l'éducation de l'ingénieur des mines. Cet enchaînement nécessaire n'est généralement pas indiqué dans les traités spéciaux non plus que les très sages conseils que donne l'auteur dans le chapitre intitulé « Etudes minières ».

G. C.

Legros (Cᵗ V.) — **Description et usage d'un appareil élémentaire de Photogrammétrie.** — *1 vol. in-8° écu, de 87 pages (Prix: 1 fr. 50). Société d'Editions scientifiques. Paris,* 1895.

3° Sciences naturelles.

Berthault (F.), *Professeur à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Grignon.* — **Les Prairies ; prairies naturelles, prairies de fauche.** — *Un volume petit in-8° de 223 pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, dirigée par M. Léauté, membre de l'Institut. (Prix : broché, 2 fr. 50; relié, 3 francs). Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs, Paris* 1895.

Denaiffe (Clément et Henri). — **Manuel pratique de culture fourragère.** — *Un volume grand in-8° de 376 pages, orné de 107 figures. (Prix : 5 francs.) G. Carré, 3, rue Racine, Paris.*

Par la situation qu'il occupe à l'Ecole de Grignon, par les nombreux voyages agricoles qu'il a exécutés, M. Berthault se trouvait tout désigné pour rédiger l'ouvrage que nous signalons aujourd'hui. Dans ces pages, en effet, l'auteur ne se contente pas seulement de décrire les divers systèmes d'exploitation des prairies suivant leur situation et les conditions dans lesquelles elles sont placées, mais il fait, en outre, profiter le lecteur d'une quantité de détails intéressants qu'il a recueillis dans les divers centres des pâturages de notre pays. Toutes les personnes qui s'occupent d'agriculture et d'élevage prendront connaissance de cet aide-mémoire avec le plus grand fruit. M. Berthault y étudie uniquement les prairies naturelles et particulièrement les prairies de fauche, dont il démontre l'importance dans ses considérations générales. Il laisse de côté les prairies artificielles et temporaires. Dans les prairies naturelles, l'auteur distingue les prairies de fauche, qui sont fauchées et fanées, les herbages destinés à engraisser les bestiaux qui les paissent et les pâturages qui nourrissent les animaux sans pouvoir les engraisser.

Après avoir indiqué la classification des prairies de fauche suivant leur situation : hautes, basses ou moyennes, ou suivant leur régime : arrosées par débordement, par l'eau des rivières ou étangs ou simplement par la pluie, l'ouvrage aborde l'étude des prairies dans les divers étages géologiques, donnant ainsi, avec juste raison, dans le sujet traité une grande part aux considérations d'ordre agrologique.

Sont ainsi passés en revue : les terrains primitifs et granitiques, volcaniques, les terrains de transition, les étages permien et triasique, jurassique, le lias, le système oolithique, les régions crétacées, tertiaires, les contrées du miocène lacustre et du pliocène. M. Berthault indique les diverses parties de la France correspondant à chacun de ces terrains, la composition générale du sol, les engrais à y apporter, les modes d'irrigation appliqués, enfin la composition botanique des fourrages récoltés ; partout l'auteur montre l'étroite relation qui existe entre la végétation des prairies et la couche géologique qui les porte.

La seconde partie est consacrée à l'étude de la création des prairies, de leur exploitation et de leur défrichement. Après l'exposé des inconvénients que l'on rencontre dans la création spontanée des prairies, qui a pour risques le développement d'espèces peu avantageuses, vient l'examen des exigences de la production du foin en éléments fertilisants. A propos de la composition des sols des prairies, M. Berthault rappelle leur enrichissement en azote, étudié il y a déjà longtemps par M. Dehérain à Grignon et dont le mécanisme biologique est expliqué aujourd'hui, grâce aux travaux de savants éminents.

L'auteur aborde ensuite la préparation mécanique du sol à mettre en prairies : nivellement, formation de pentes pour la bonne répartition de l'eau, labours ou défoncement, etc., et la préparation chimique de ce même sol par le fumier et, si l'analyse de la terre l'indique, par les phosphates ou superphosphates, le chlorure de potassium, la chaux ; M. Berthault montre le bon effet produit par le nitrate de soude répandu au printemps ; il discute la composition des graines destinées à l'ensemencement des prairies et étudie ces

graines et la pratique de leur semis. La destruction des plantes nuisibles, le fauchage, le fanage, la valeur des foins sont l'objet d'autant de courts chapitres.

Enfin l'ouvrage se termine par quelques considérations sur le défrichement des prairies, qu'on doit exécuter quand leur altération est arrivée à un certain point; on peut ainsi mettre en utilisation pour les cultures suivantes l'azote accumulé dans le sol.

Le plan du second livre que nous signalons ressemble beaucoup à celui du précédent ouvrage, mais on peut constater qu'il a été écrit dans un ordre d'idées plus spécial et plus immédiatement pratique; grâce aux dimensions de ce manuel, MM. C. et H. Denaiffe ont pu développer certaines parties de leur sujet, notamment l'étude des plantes de prairies, bien plus que ne le pouvait faire M. Berthault, limité dans le cadre des Aide-Mémoire de la collection Léauté. Les diverses plantes fourragères : graminées, légumineuses ou autres, les principaux végétaux nuisibles aux prairies sont présentés avec grands détails au point de vue historique, botanique, agronomique et cultural; un assez grand nombre de figures et de tableaux complètent ces renseignements; les auteurs s'occupent aussi de l'ensilage et de la sidération.

Quant au reste de l'ouvrage, nous aurions à répéter presque textuellement ce que nous avons dit à propos des « Prairies » de M. Berthault. MM. Denaiffe arrivent, du reste, d'une façon générale aux mêmes conclusions. En résumé, leur manuel est écrit d'une façon très consciencieuse et pourra rendre de grands services aux cultivateurs et propriétaires intelligents, qui sont heureusement de plus en plus nombreux et qui abandonnent les procédés routiniers pour suivre la voie plus rude, mais plus féconde tracée aujourd'hui par la science agronomique. A. Hébert.

4° Sciences médicales.

Sigaud (Dr C.). — *Ancien Interne des Hôpitaux de Lyon.* — **Traité des troubles fonctionnels mécaniques de l'Appareil digestif. Evolution naturelle de la Dyspepsie.** — *1 vol in-8° de 240 pages.* (*Prix : 6 francs.*) *O. Doin, éditeur. Paris.* 1895.

Ce livre a une double origine, dit l'auteur : l'application d'une méthode et l'observation d'une certaine classe de malades. La méthode, c'est la *palpation abdominale...*; les malades appartiennent exclusivement à la *clientèle de cabinet*, seule susceptible de donner les renseignements nécessaires sur l'histoire de la maladie, les conditions d'hérédité, seule capable *d'introspection.*

C'est dans les premières années de la vie qu'on trouve les accidents qui sont le point de départ de toute dyspepsie : nourrices, sevrage, maladies éruptives, coqueluche, etc. Plus tard apparaît la stase gastro-cæcale, préparée de longue date, puis favorisée par les conditions anti-hygiéniques de la vie; vers trente ans les signes de gonflement, renvois, oppression, congestion de la face, etc., considérés seuls jusqu'ici comme caractéristiques de la dyspepsie, ne sont que l'indice de la maladie confirmée, installée et rarement modifiable.

Donc l'intestin joue un rôle prédominant dans la dyspepsie; on le trouve toujours malade dans les antécédents du dyspeptique : c'est à la phase intestinale de la digestion que répondent les symptômes les plus en vue; la stase au niveau du côlon et de l'estomac, la première prédominante et antécédente, sont de règle; la dyspepsie se réduit à une insuffisance de la péristaltique gastro-intestinale.

Telle quelle, cette dyspepsie domine toute la pathologie, comme la gastrite de Broussais : on la retrouve à l'origine du plus grand nombre de nos maladies, chroniques et aiguës : « Les relations pathogéniques sont *immédiates* avec les états chroniques et *médiates* avec les pyrexies, » et la connaissance de ces faits « dispense absolument d'avoir recours à certaines abstractions, comme l'arthritisme, l'herpétisme, etc. ».

Ces troubles, purement mécaniques, se manifesteront sous un aspect très différent suivant que le malade est anatomiquement vigoureux, de forte constitution, ou, au contraire, un sujet de charpente délicate, de faible constitution : chez les *forts*, la résistance de l'appareil mécanique est considérable, ce qui explique une période latente très prolongée, pendant laquelle les troubles de nutrition générale, seuls signes appréciables, sont pris pour les causes de la dyspepsie; chez les *faibles*, les parois cèdent tout de suite et progressivement, la dyspepsie s'épuise en troubles localisés, peu ou pas de manifestations viscérales éloignées.

On a affaire à un processus tout à fait analogue au cœur forcé : suivant l'état du myocarde, il y a une période de lutte, de compensation plus ou moins prolongée, puis l'asystolie éclate, progressivement rapide pour les uns, retardée et subitement extrême pour les autres.

Que deviennent là dedans les *ptoses ?* La stase cæcale prédominante rompt l'équilibre de la statique du tube digestif, produisant une surcharge pour les ligaments suspenseurs, en même temps que la tension abdominale diminuée favorise l'entéroptose : « L'entétoropse devient ainsi une simple complication de la dyspepsie et se trouve déchue de la dignité d'entité morbide à laquelle les travaux de Glénard tendent à l'élever. »

L'estomac joue un rôle très effacé dans cette manière de comprendre la dyspepsie : beaucoup plus résistant que l'intestin, il ne se laisse compromettre que très tard, obéissant à la longue aux lois de la tension abdominale, et se laissant forcer alors parallèlement aux parties subjacentes du tube digestif.

Dès lors, la dislocation est complète, la dyspepsie est constituée, entraînant à sa suite la déchéance de la nutrition générale, et livrant l'organisme sans défense aux maladies occasionnelles et aux tares chroniques.

Des sécrétions stomacales ou intestinales, il n'en est pas question : il faut donc croire qu'elles ne jouent aucun rôle dans la dyspepsie; le tube digestif est un grand tuyau d'évacuation, son seul trouble de fonctionnement est l'engorgement avec les conséquences de cette obstruction dans la partie située en amont.

Mais alors, qu'est ce que c'est que la *digestion?*

Nous ne pouvons que souscrire à cette conclusion de l'auteur : « Les vrais dyspeptiques ne sont pas toujours ceux qu'on pense. » Dr Ray. Durand-Fardel.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs.* 524e *et* 525e *livraisons.* (*Prix de chaque livraison, 1 fr.*) *H. Ladmirault et Cie,* 61, *rue de Rennes, Paris,* 1895.

Les 524e et 525e livraisons renferment des articles sur les *légats* du pape par M. E.-H. Vollet; sur les *légations* en droit international, par M. E. Lehr; sur le *legs*, en droit romain par M. G. Regelsperger, et en droit actuel par M. Ch. Strauss; sur les *légions* romaines, par M. A.-M. Berthelot; sur la *légion* étrangère en France; sur l'ordre de la *Légion d'honneur;* une étude numismatique sur les *légendes* gravées sur les monnaies, par M. Prou; une étude musicale sur le *leitmotiv* par M. Alfred Ernst; enfin les biographies de *Ledru-Rollin*, par M. A. Debidour, celle du poète *Leconte de Lisle*, par M. Ph. Berthelot; celle de l'auteur dramatique et critique littéraire *Jules Lemaître* par M. Ph. Berthelot; enfin une étude très complète et très consciencieuse sur le grand mathématicien et philosophe *Leibnitz* : dans la première partie, M. E. Boirac nous donne sa biographie, la liste de ses œuvres, sa doctrine, sa métaphysique, sa psychologie, sa théodicée, sa morale; dans une seconde partie, M. Tannery nous fait voir l'œuvre de Leibnitz dans l'histoire des mathématiques.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 Avril 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. G. **Kœnigs** donne une démonstration rigoureuse du théorème suivant, énoncé par Sylvester : Toute surface algébrique peut être décrite par le moyen d'un système articulé. — M. G. **Humbert** énonce un certain nombre de propriétés des courbes de quatrième classe de la configuration de Kummer. Ces propriétés correspondent, en partie, à celles de la surface du sixième ordre qu'il a précédemment étudiée.

2° Sciences physiques. — M. **Lecoq de Boisbaudran** vérifie expérimentalement que les substances qui possèdent la propriété de se dilater notablement par cristallisation de leurs solutions très sursaturées et de se contracter par dissolution dans des liqueurs très chargées d'autres substances convenablement choisies, peuvent cristalliser au fond de solutions plus lourdes qu'elles. — M. **Stéphane de Lannoy** montre qu'il est possible, en augmentant les précautions expérimentales, d'établir avec exactitude la dilatation de l'eau, sans apporter de modifications sensibles aux appareils en usage aujourd'hui. En éliminant certaines causes d'erreur, faciles à faire disparaître, il arrive à déterminer les volumes de l'eau à 0°,1 près pour toutes les températures. — M. **J. Violle** a déterminé la chaleur spécifique du carbone sur un morceau de graphite. Au-dessus de 1000°, la chaleur spécifique moyenne du graphite croît linéairement avec la température suivant la formule :

$$C_0^t = 0{,}355 + 0{,}00006\ t.$$

M. Violle a montré, en outre, que la chaleur cédée par 1 gramme de graphite solide depuis sa température de volatilisation jusqu'à 0° est 2050 calories. Il déduit de là la température d'ébullition du carbone : 3600°. — M. **Edouard Branly** montre que, dans certains cas, la surface de contact de deux métaux différents oppose une résistance aux courants électriques qui la traversent normalement, et que cette résistance peut être importante. Nulle pour certains couples, cette résistance a pour d'autres une valeur dépendant d'une foule de circonstances. — M. **Pionchon** indique une méthode optique permettant d'étudier les courants alternatifs qui présentent, au moins pendant quelques instants, une parfaite régularité d'allure. Cette méthode repose sur l'examen stroboscopique des images produites dans un saccharimètre à pénombre ; entre le polariseur et l'analyseur de cet instrument, on place un solénoïde muni, suivant son axe, d'un tube de verre plein de sulfure de carbone ou de liqueur de Thoulet. — MM. **Auguste** et **Louis Lumière** présentent une note sur la photographie en couleurs naturelles par la méthode indirecte. Ils s'attachent à vaincre les difficultés que présentent deux points de la méthode de MM. Cros et Ducos du Hauron : le triage des couleurs et la superposition des monochromes. — M. **Ph.-A. Guye**, à propos d'une note récente de M. Aignan, fait remarquer qu'il n'a pas proposé de substituer à la rotation spécifique de Biot, la déviation moléculaire. Il ajoute que, pour tous les corps actifs qu'il a fait étudier dans son laboratoire, la loi de Biot s'est trouvée en défaut : la quantité (α) dépend de la température, du dissolvant, de la concentration. — MM. **J. Ville** et **Ch. Astre** étudient quelques dérivés de l'acide quinone-di-o-aminobenzoïque. Ils montrent que l'action des réducteurs et du chlorure de benzoyle sur cet acide décèle dans ce composé la persistance de la fonction quinone. Ils terminent en donnant la formule de constitution de l'acide quinone-di-o-aminobenzoïque. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Nordenskiold** rend compte des résultats qu'il a obtenus en perforant les roches granitiques littorales de la Suède dans le but d'obtenir de l'eau douce. A 35 mètres, on a rencontré une nappe d'eau située dans les fentes de glissement des roches, ayant pu arriver à 3 mètres au-dessous du niveau du sol, et pouvant fournir 20,000 litres d'eau douce par jour. — M. **Daille** adresse une nouvelle note relative à l'*Uredo viticida*. — M. **Cannieu**, en présentant quelques remarques sur le nerf intermédiaire de Wrisberg, montre qu'il existe chez les Rongeurs et qu'il a des homologues chez les Poissons osseux. — MM. **Pousson** et **Sigalas** cherchent à établir le pouvoir absorbant de la vessie chez l'homme. Ils concluent de leurs expériences que l'épithélium sain est imperméable ; que l'absorption a lieu : 1° lorsque le sujet, quoique ayant la vessie saine, éprouve le besoin d'uriner, l'urine baignant alors la portion prostatique de l'urètre ; 2° lorsque l'épithélium vésical est altéré. — M. **J. Chatin** montre que le siège de la coloration chez les huîtres brunes réside dans des cellules spéciales, les macroblastes, situées presque exclusivement dans les branchies. J. Martin.

Séance du 29 Avril 1895

1° Sciences mathématiques. — M. le secrétaire perpétuel signale les Formules ou Propositions extraites du cours de M. **Weierstrass**. — M. **G. B. Guccia** traite la question suivante : En supposant qu'un faisceau de surfaces algébriques d'ordre n possède, en un point O de l'espace, une singularité base quelconque, exprimer l'abaissement u, que le point O produit dans le nombre $4(n-1)^3$ des points doubles du faisceau. — M. **R. Levavasseur** cherche les types de groupes Ω de substitutions, dont l'ordre p^{σ} égale le degré, en distinguant le cas $p = 2$ du cas p premier impair, précédemment examiné. — M. **Beudon** applique la méthode de M. Darboux pour mettre en évidence un type d'équations aux dérivées partielles de deuxième ordre, admettant une intégrale intermédiaire du troisième ordre. — M. **R. Liouville** signale un cas particulier de l'étude du mouvement d'un solide soumis à la pesanteur et fixé par l'un de ses points, l'ellipsoïde d'inertie demeurant quelconque ; sans obtenir jusqu'à présent la solution générale, il arrive à calculer une solution dépendant de cinq constantes arbitraires au lieu de six. — MM. **Perchot** et **J. Mascart** ont abordé le problème de la recherche des solutions périodiques dans le cas d'une petite masse attirée par deux masses égales décrivant une circonférence autour de leur centre de gravité commun, supposé fixe ; ils appliquent à cette question la théorie de M. Poincaré et obtiennent des résultats ne différant pas sensiblement de ceux de M. Carl Burrau. — M. **Edouard Monet** : Sur les poutres à treillis reposant sur deux appuis. — M. **Lothar de Kœppen** envoie une note sur la multisection des angles par la voie mathématique.

2° Sciences physiques. — M. **S. M. Andrée** expose un projet d'expédition en ballon aux régions arctiques, remplissant les conditions suivantes : 1° le ballon aura une force ascensionnelle capable de porter trois personnes, tous les instruments des observations, des vivres pour 4 mois et le lest, le tout évalué à 3000 k. ; 2° le ballon offrira une imperméabilité suffisante pour rester trente jours en l'air ; 3° le remplissage du ballon s'effectuera dans les régions polaires ; 4° le ballon sera

dirigeable dans une certaine mesure. — M. **Emile Blanchard** expose les raisons qui le conduisent à admettre l'existence d'une mer polaire. — M. **G. Defforges** rend compte des mesures de l'intensité de la pesanteur qu'il vient d'effectuer en Russie dans cinq stations distinctes : l'anomalie positive de la pesanteur au bord de la mer et l'anomalie négative continentale sont nettement mises en évidence. — M. **Louis Bruner** donne les résultats de ses recherches expérimentales concernant la détermination de la chaleur spécifique des liquides surfondus. Cette quantité ne varie que faiblement avec la température et se rapproche de la chaleur spécifique du liquide non surfondu, en restant tout à fait distincte de la chaleur spécifique du corps solide pour les mêmes températures. — Le même auteur a remarqué que l'hydrate de bromal immédiatement cristallisé ne revient que peu à peu à son état primitif; il présente l'anomalie signalée par M. Berthelot sur l'hydrate de chloral; le thymol, le menthol n'éprouvent pas le même phénomène. — M. **Gouy**, à propos de la note récente de M. Poincaré, revient sur la production des franges d'interférences au moyen du spectroscope, laquelle, d'après la théorie de M. Gouy, n'implique pas la régularité du mouvement lumineux incident. — MM. **Gin** et **Leleux** ont déterminé les résistances spécifiques des solutions de saccharose dans l'eau distillée; voici leurs conclusions : 1° la résistance varie avec la concentration, elle présente un minima pour une dilution un peu supérieure à une molécule-gramme pour 10 litres de solution; 2° elle est fonction de la température et, pour une densité de courant déterminée, représentée par une expression de la forme : $y = A - Bt + Ct^2$; 3° la résistance est représentée par la formule $y = \alpha - \beta\left(1 + \frac{1}{x}\right)^x$ en fonction de la densité x du courant. — M. **Ch. V. Zenger** donne des détails sur la catastrophe de Laibach du 14 avril dernier; il en montre la coïncidence avec les ouragans, les chutes abondantes de météorites et d'étoiles filantes, les perturbations magnétiques, coïncidences qui ne laissent aucun doute sur leur origine commune : l'action électrodynamique du soleil et les passages d'étoiles filantes. — M. **Maumené** adresse une note sur les alliages de cuivre et d'aluminium. — M. **Raoul Varet** a recherché les chaleurs de combinaison du mercure avec les éléments par deux méthodes distinctes : 1° en faisant agir sur le sel mercureux mis en œuvre un excès d'iodure de potassium dissous; 2° en employant la même solution d'iodure alcalin, mais additionnée d'iode. — M. **Granger** a étudié l'action des combinaisons halogénées du phosphore sur le cuivre métallique, il a pu isoler un biphosphure de cuivre CuP^2 et le phosphure Cu^3P^2. — M. **Charles Lepierre** a poursuivi l'étude de l'action du sulfate d'ammonium fondu sur les différents sels métalliques par les sels de manganèse; il se forme, suivant les conditions, les composés : $2SO^4Mn.SO^4Am^2$; $SO^4Mn, SO^4Am^2.6H^2O$ et $(SO^4)^3Mn^2.SO^4Am^2$. — M. **A. Béhal** a repris l'étude et la purification des amides camphoréniques; il en existe deux seulement, fusibles respectivement à 86° et à 136°5. La seconde, chauffée avec l'acide chlorhydrique en présence d'alcool étendu, donne la première; elle est susceptible de fixer deux molécules d'acide iodhydrique. Le diiodhydrate obtenu donne, dans des conditions convenables, l'olide camphoréniques sous deux états distincts. L'auteur a pu passer de l'acide camphoréniques liquide à l'acide solide; leur isomérie ne paraît pas se rattacher à l'existence du pouvoir rotatoire. — M. **G. Perrier** a pu obtenir des combinaisons cristallisées, formées par l'union du chlorure d'aluminium anhydre avec les composés nitrés appartenant à la série aromatique, le nitrobenzène, le paranitrotoluène, le nitronaphtalène α, le paranitranisol. — M. **Ph. Lafon** signale la réduction de la liqueur de Fehling par le sulfonal et l'erreur en résultant que l'on peut commettre dans la recherche du sucre dans les urines des personnes soumises à son traitement. — M. **James Chappuis** montre que la diastase du blé est détruite par l'eau oxygénée, de sorte qu'on peut faire du pain blanc avec des farines de toutes qualités; en particulier, on peut incorporer aux farines premières 20 pour 100 de farines secondes et obtenir un pain blanc. — M. **Léon Boutroux** tire les conclusions suivantes d'une étude sur les causes produisant la couleur du pain bis : le gluten peut donner de la couleur au pain par dessiccation, mais non par fermentation. Le son peut donner de la couleur par l'action de l'oxygène de l'air en présence de l'eau, mais non par fermentation. L'acidité du levain, loin d'être à craindre à ce point de vue, est une protection contre le brunissement.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Giard** fournit une contribution à l'éthologie du genre *Thaumaleus Kröyer* (famille des *Monstrillidæ*) et apporte un nouvel argument en faveur de la théorie parasitaire au moins chez les jeunes, car l'auteur a trouvé un Copépode de ce genre sur une annélide : *Polydora Giardi* Mesnil. Les adultes menaient une existence pélagique. — M. **Ch. Janet** présente quelques observations sur les Frelons. — M. **Debray** fait de nouvelles recherches sur la brunissure et donne le nom de *Pseudocommis* au champignon qui produit ces enduits d'apparence gommeuse que l'on rencontre quelquefois à la surface des tissus des végétaux. — M. **Bordier** étudie l'action des étincelles statiques sur la température locale des régions soumises à ce mode de franklinisation. La température de la peau s'accroît lorsqu'elle est soumise à l'étincelle; elle continue de s'accroître après que les étincelles ont fini de jaillir. — MM. **Héricourt** et **Richet** ont traité un cas de sarcome par la sérothérapie. La guérison est survenue.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 7 Mai 1895.

M. le Président annonce la mort du Dr **Marchand** (de Fécamp), associé national. — M. **R. Blanchard** lit un rapport sur un mémoire du Dr **Ch. Wardell Stiles** (de Washington), intitulé : De la rareté du *tænia solium* dans l'Amérique du Nord. — MM. **Cornil** et **Durante** communiquent un nouveau cas de méningite grippale chez une femme, qui s'est terminé par la mort. — M. **Dieulafoy** termine sa communication sur la tuberculose larvée des trois amygdales. Il expose les moyens prophylactiques qui doivent avoir pour but d'empêcher la pénétration du bacille de la tuberculose, d'une part par la respiration, d'autre part par l'alimentation. — M. le Dr **Lagrange** (de Bordeaux) lit un travail sur l'électrolyse dans le traitement des rétrécissements des voies lacrymales. — M. le Dr **Elevy** (de Biarritz) lit un travail sur les phénomènes électriques des bains.

Séance du 14 Mai 1895.

M. **A. Fournier** lit un rapport sur un travail du Dr **Régis**, concernant la paralysie générale juvénile d'origine hérédo-syphilitique. L'auteur conclut d'un grand nombre d'observations que la paralysie générale juvénile est presque toujours le résultat d'une syphilis héréditaire, tout comme la paralysie générale de l'adulte procède, en général, d'une syphilis acquise. — M. **Le Roy de Méricourt** rend compte d'un ouvrage du Dr **Brenning**, concernant les empoisonnements par les serpents. — M. **J. Lucas-Championnière** cite un cas d'acné hypertrophique du nez qu'il a enlevé simplement avec le thermocautère, et qui a été suivi d'une réparation parfaite sans aucun traitement. — M. **Cornil** discute la communication de M. Dieulafoy, sur la tuberculose larvée des trois amygdales. Il montre que les amygdales hypertrophiées sont très rarement dues à un processus tuberculeux. Les végétations adénoïdes sont quelquefois le siège de tubercules, mais dans une proportion moindre que celle indiquée par M. Dieulafoy.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 4 Mai 1895.

M. **Sergent** a produit expérimentalement une tuberculose des voies biliaires en injectant le bacille de Koch dans le canal cholédoque. — MM. **Pocher** et **Desoubry** établissent la présence de microbes dans le sang du cœur, mais en plus grande quantité dans le cœur gauche que dans le cœur droit; il semble donc qu'en passant dans le poumon, le sang s'y débarrasse de ses microbes. — M. **Féré** a trouvé qu'en greffant des portions de blastoderme sous la peau d'un poulet adulte, les greffes prolifèrent et forment de petites tumeurs dans lesquelles on trouve du cartilage. — M. **Dastre** présente un appareil destiné à recueillir le sang et à en extraire la fibrine à l'abri de l'air. — MM. **Josué** et **Hermary** ont guéri, avec le sérum antistreprococcique de Roger et Charrin, une femme atteinte de fièvre puerpérale. — MM. **Langlois** et **Abelous** ont constaté chez des rats blancs auxquels on avait enlevé les capsules surrénales, la présence de capsules accessoires. — M. **Raillet** présente une douve du foie provenant du bœuf du Sénégal, et trouvée aussi chez l'homme.

Séance du 11 Mai 1895.

M. **Jacquot** adresse une note sur un cas de septicémie puerpérérale, traité et guéri par le sérum antistreptococcique. — M. **Monod** envoie une note sur les microbes trouvés dans le foie d'une femme morte d'éclampsie puerpérale après avoir présenté des accidents infectieux. — M. **Bonnier** fait une communication sur les rapports de l'appareil ampullaire de l'oreille interne et les centres oculo-moteurs. — MM. **Courmont** et **Doyon** envoient une note relative à l'action de la toxine diphtérique sur le système nerveux de la grenouille. — M. **Guinard** adresse un travail sur l'action excito-sécrétoire de la morphine. — M. **Lefèvre** envoie une nouvelle note relative à l'influence des mélanges réfrigérants sur l'organisme. — M. **Soulié** communique une note sur la migration des testicules dans les bourses.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 26 Avril 1895.

M. **Béhal** avait préparé quatre camphol énamides, ainsi qu'il l'a communiqué antérieurement. Il a reconnu depuis que deux de ces produits étaient des combinaisons moléculaires et non des isomères. D'une part, la camphoroxime, déshydratée par l'acide chlorhydrique, fournit l'amide camphol énique fondant à 86°. D'autre part, cette même camphoroxime, traitée à froid par le chlorure d'acétyle ou le chlorure de thionyle, ne donne que l'amide fondant à 130°,5. Les amides fondant à 106° et à 92°, qu'avait préparées M. Béhal, sont des combinaisons moléculaires, dissociables par l'alcool à 60°. On passe de l'amide fondant à 130°,5 à l'amide fondant à 86°, par l'action de l'acide chlorhydrique en solution alcoolique, ou par l'acide iodhydrique en solution benzénique. L'amide fondant à 130°,5 fixe deux molécules d'acide iodhydrique; le produit de cette réaction, neutralisé en solution aqueuse, donne en abondance une camphol énolactone fondant à 36°, bouillant à 238°. On obtient en même temps l'amide fondant à 86°. L'acide camphol énique solide, fusible à 50°, dérive de l'amide fusible à 86°. L'amide isomérique donne l'acide camphol énique liquide, bouillant à 152° sous 13mm. On passe de l'acide liquide à l'isomère solide par un procédé identique à celui qui a servi à passer d'une des amides à son isomère. On éthérifie l'acide liquide par l'alcool en présence d'acide chlorhydrique, et on saponifie l'éther formé. Si on éthérifie l'acide liquide par l'action de son sel de soude sur l'iodure d'éthyle, on obtient un éther qui, saponifié, régénère l'acide liquide. L'acide solide, le nitrile correspondant et l'amide fondant à 86° sont inactifs; l'acide liquide, son nitrile et son amide, sont lévogyres. On pouvait considérer les dérivés inactifs comme des racémiques; un essai de dédoublement à l'aide des sels de strychnine et de cinchonine n'a pas donné de résultats. — M. **Le Bel** présente un appareil évitant certains calculs dans les recherches cristallographiques et fournissant les indices d'une face quelconque. — M. **Maumené** présente quelques observations sur l'action du permanganate de potasse en présence du sucre. Il présente aussi un alliage parfaitement cristallisé et très homogène, renfermant une partie d'aluminium pour sept parties de cuivre, et un autre alliage, également cristallisé, renfermant une partie d'aluminium pour trois de cuivre. — MM. **Auger** et de **Boissieu** ont préparé la vanilline à l'aide du méthylène-eugénol. Ce composé est transformé par la potasse en dérivé iso, fondant à 51°-52°, et distillant dans le vide vers 172°-173°. Le méthylène-isoeugénol ainsi obtenu, oxydé en solution acétique par l'acide chromique, fournit la méthylène-vanilline, fondant à 155°-156°. On peut passer de ce dernier produit à la vanilline. — M. **Maquenne** communique, au nom de M. **Prud'homme**, le résultat de ses recherches sur le bleu patenté, sel calcique du métaoxytétraéthyldiamidotriphénylcarbinol disulfoné. Cette couleur n'est décolorée par la soude caustique concentrée qu'après plusieurs jours d'action. La solution incolore, obtenue à froid, présente les propriétés suivantes : traitée par un acide, elle se recolore lentement à froid, rapidement à l'ébullition, en redonnant le bleu primitif. On obtient la recoloration même après addition d'ammoniaque ou d'un carbonate alcalin à la solution neutre. On obtient le leuco-dérivé du bleu en chauffant avec de la poudre de zinc cette solution décolorée par la soude. Acidifiée par l'acide acétique en excès et oxydée par l'oxyde puce de plomb PbO^2, on obtient de la tétraéthylbenzidine. Le produit non sulfoné, soit le métaoxytétraéthyldiamidotriphénylcarbinol, traité par la soude en solution alcoolique, réagit de même. De ces réactions, M. Prud'homme conclut qu'en présence de soude caustique à froid, il se forme un anhydride par réaction d'un hydroxyle en méta dans un des noyaux benzéniques sur l'hydroxyle du carbone central. — M. **Rosenstiehl** a étudié l'action de l'iodure de méthyle sur le triphénylméthanetriamidohexaméthylé, sur son carbinol et sur les éthers mixtes de ce dernier. D'après lui, la formule de MM. E. et O. Fischer représente bien la constitution du triamidotriphénylcarbinol. Ce corps est à la fois alcool et triamine. Tant que deux des azotes sont encore trivalents, la fonction alcool entre en jeu d'abord en présence des acides. Lorsque les azotes sont saturés complètement et à l'état d'ammoniums, la fonction alcool ne réagit plus sur les acides, mais seulement sur les alcools. On n'obtient plus que des éthers mixtes avec les dérivés de cette classe. Ces corps ammoniés sont très fortement alcalins; ils agissent comme la soude caustique et décomposent les fuchsines en les saponifiant. De plus, ces réactions permettent d'interpréter ce qui se passe dans la fabrication du « vert méthyle ». Les composés incolores obtenus en méthylant la rosaniline ne sont pas des dérivés de la leucobase, comme le croyaient A.-W. Hofmann et Ch. Girard, mais des dérivés de carbinols et très probablement d'éthers mixtes. Ces corps, en effet, se forment de préférence en milieu alcoolique. Si on traite par la soude une solution alcoolique de violet cristallisé, on obtient non le carbinol, mais l'éther mixte correspondant. La base du violet hexaméthylé, traitée par l'iodure de méthyle, ne donne pas de vert, mais, de suite, le carbinol triiodométhylé des produits contenant de l'azote secondaire, donne du vert. Les azotes secondaires s'opposent à la saturation totale de l'azote qui conduirait à des matières incolores. Enfin, M. Rosenstiehl conclut : *Les fuchsines, les rosanilines sont amidées au même degré que les leucobases dont elles dérivent. Si ces dernières sont trois fois amidées en para, on retrouve intacte la fonction triamine dans les fuchsines et dans les rosanilines correspondantes.* E. Churon.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

M. Frank Clowes. — Composition des atmosphères extinctives produites par les flammes. — Dans un travail précédent, l'auteur a déterminé les proportions d'azote et de gaz carbonique qui, ajoutés à l'air, forment des atmosphères artificielles éteignant les flammes. Il a énoncé les résultats généraux suivants : 1° Les flammes obtenues à l'aide de mèches s'éteignent dans des atmosphères de composition à peu près la même, tandis que les flammes formées par les gaz exigent des compositions différentes. 2° Pour éteindre une même flamme, il faut des doses bien plus considérables d'azote que de gaz carbonique. 3° La proportion minima de gaz inerte qui produit l'extinction, ne dépend pas du volume de la flamme. Dans une nouvelle série de recherches, l'auteur s'est proposé de déterminer quelle est, au moment où a lieu l'extinction, la composition de l'atmosphère produite par chaque flamme brûlant dans un volume limité d'air à la pression normale. Des essais préliminaires ayant démontré la nécessité d'opérer à l'abri de l'humidité et à pression constante, on a fait usage de l'appareil représenté sur la figure 1. La combustion se produit dans une cloche de verre dont la base plonge dans le mercure d'une éprouvette à pied assez profonde. Au sommet de la cloche est un tube en U contenant du mercure et servant de manomètre, et un tube de verre à robinet permettant d'extraire les gaz pour faire l'analyse. Pendant la combustion on maintient la pression invariable en élevant ou abaissant la cloche sur le mercure. Le tableau I indique les résultats des analyses ; les nombres représentent la moyenne de deux et souvent trois expériences :

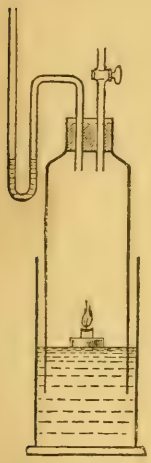


Fig. 1. — *Appareil servant à déterminer la composition des atmosphères extinctives produites par les flammes.*

Tableau I

SUBSTANCES COMBUSTIBLES BRULÉES	COMPOSITION % de l'atmosphère résiduelle produisant l'extinction			COMPOSITION % de l'atmosphère artificielle produisant l'extinction	
	O^2	Az^2	CO^2	O^2	Az^2
Alcool absolu	14.9	80.7	4.35	16.6	83.4
Alcool méthylique	15.6	80.25	4.15	17.2	82.8
Paraffine	16.6	80.4	3.0	16.2	83.8
Colza et paraffine	16.4	80.5	3.1	16.4	83.6
Chandelles	15.7	81.1	3.2	16.4	83.6
Hydrogène	5.5	94.5	—	6.3	93.3
Protoxyde de carbone	13.35	74.4	12.25	15.1	84.9
Methane	15.6	82.1	2.3	17.4	82.6
Ethylène	—	—	—	13.2	86.8
Gaz d'éclairage	11.35	83.75	4.9	11.3	88.7

L'auteur compare en outre ces résultats, à la composition des gaz expirés par les poumons ; il fait usage du tableau II donné par le Dr Haldane :

Tableau II

ANALYSES DE L'AIR EXPIRÉ	O^2	Az^2	CO^2
Air expiré aussitôt après l'inhalation	17.4	78.4	4.2
Air expiré 40″ après l'inhalation	14.9	81.4	3.7
Composition moyenne	16.5	79.9	3.95

Les conclusions générales qu'on peut tirer de ce travail sont les suivantes : 1° Les flammes provenant des combustibles gazeux ou liquides, soumis à l'expérience produisent, dans une atmosphère limitée, une diminution de la dose d'oxygène de manière à la ramener à la proportion contenue dans les atmosphères artificielles extinctives. 2° Les flammes des chandelles ou des lampes qui s'éteignent dans une atmosphère limitée, produisent une atmosphère de composition à peu près identique à celle des gaz expirés par les poumons. 3° Les atmosphères extinctives obtenues après combustion d'une lampe ou d'une bougie et l'air expiré par les poumons après une inspiration d'air pur sont respirables sans danger. 4° L'extinction de la flamme d'une lampe ou d'une bougie n'indique pas nécessairement l'impossibilité de la vie dans une atmosphère.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 Mars 1895 (suite)

M. A. Lapworth a repris l'étude des acides β étoxynaphtalènesulfoniques, précédemment entreprise par MM. Armstrong et Amphlett et par M. Percival. Ce dernier avait déjà remarqué qu'en sulfonant une solution de β méthoxynaphtalène, on obtenait deux acides correspondants dont l'un pouvait facilement s'isoler. Armstrong et Amphlett avaient supposé qu'en traitant une solution de β éthoxynaphtalène dans du sulfure de carbone au moyen de chlorure de sulfonyle, il se formait principalement l'acide β éthoxynaphtalènesulfonique 2 : 1′. M. Lapworth confirme cette hypothèse ; en effet, en éthylant l'acide 2 : 1′ naphtolsulfonique, il a obtenu un acide dont les dérivés ont une constitution semblable à ceux de l'acide instable produit par sulfonation du β éthoxynaphtalène. Il a préparé, en outre, le chlorure de l'acide 2 : 1′ β éthoxynaphtalènesulfonique $C^{10}H^7(OEt)SO^2Cl$; l'acide mononitrosulfonique en nitrant le 2 : 1′ β éthoxysulfonate de potassium, et enfin toute une série de composés des acides β éthoxynaphtalènesulfoniques. En disulfonant l'éthoxynaphtalène à la température ordinaire, on n'obtient que très peu d'un seul acide disulfonique dont l'auteur détermine la constitution. Cette étude le porte à croire que la manière dont l'acide 2 : 1′ est formé par l'acide 2 : 1 indiquerait que le changement isomérique ne se fait pas directement, mais qu'il y a un changement isomérique intermédiaire. — Miss **A.-P. Sedgwick** et M. **N. Collie** ont préparé un grand nombre de composés pyridiques en partant de l'acide déhydracétique ; ils ont d'abord obtenu, en partant de cet acide, la diméthylpyrone :

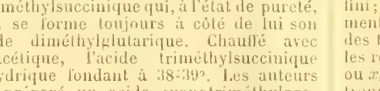
$$\begin{array}{c} CH^3.C-O-C.CH^3 \\ \| \qquad\quad \| \\ HC.CO.CH \end{array}$$

et la lactone de l'acide triacétique :

$$\begin{array}{c} CH^3.C-O-CO \\ \| \qquad\quad | \\ HC.CO.CH^2 \end{array}$$

Traité par une solution diluée de permanganate de potasse, le premier de ces corps fournit deux acides : d'abord l'acide γ chloro αα′ pyridinedicarboxylique qui, fondu avec la potasse, donne l'acide γ oxy αα′ pyridinedicarboxylique, qui possède toutes les propriétés de

l'acide chélidamique; ensuite l'acide α méthyl γ chloro α' pyridine carboxylique qui, chauffé fortement, se décompose en γ chloropicoline; cette dernière, oxydée par le $KMnO^4$, donne l'acide γ chloropicolinique. Lorsque la lactone de l'acide triacétique est chauffée avec de l'ammoniaque, il se forme de la dioxypicoline que l'on peut quantitativement convertir en αγ dichloro α' méthylpyridine qui, par oxydation, produit l'acide αγ dichloropicolinique. L'αγ diéthoxypyridine a été obtenue en faisant bouillir la dichloropicoline avec l'éthylate de sodium. — MM. **Percy Frankland F. R. S.** et **James Henderson**, en partant de l'acide sarcolactique, préparé suivant la méthode de Percy Frankland et Mac Gregor, ont obtenu les sarcolactates d'éthyle et de méthyle, l'acétylsarcolactate d'éthyle et le benzoylsarcolactate d'éthyle. Les auteurs donnent le pouvoir rotatoire de chacun de ces corps et discutent les relations qui existent, au point de vue optique, entre ces corps et les dérivés correspondants de l'acide glycérique. Il résulte de leurs recherches que la substitution du groupe éthyle au groupe méthyle produit un effet moindre sur le pouvoir rotatoire du lactate que sur celui du glycérate. L'accroissement du pouvoir rotatoire obtenu en acétylant le lactate est plus grand que l'accroissement dû à la diacétylation du glycérate. L'introduction du groupe benzoyle change le signe du pouvoir rotatoire. Dans les éthers sels de l'acide glycérique il y a diminution de la densité en montant la série du composé méthylique ou composé butylique; la même anomalie existe dans les lactates; ainsi l'acétyllactate de méthyle est moins dense que le lactate de méthyle. Il est à remarquer que plus grande est la diminution de densité par acétylation, plus grand aussi est l'accroissement du pouvoir rotatoire. En benzoylant, la densité de ces corps augmente, mais le pouvoir rotatoire diminue considérablement et va jusqu'à changer de signe. — MM. **James Workler** et **James Henderson**, en électrolysant le camphorate alloéthylique de potassium, ont obtenu les sels éthyliques d'un acide non saturé $C^{10}H^{16}O^2$ et d'un acide dibasique saturé $C^{18}H^{30}O^4$; ils ont appelé ces acides allocampholytique et allocamphothétique. Le premier donne un dibromure qui a pu être converti en un isomère du campholactate de Fittig et Woringer. Les résultats obtenus semblent indiquer que cet acide camphorique contient le groupe : CH—CH(COOH). C.(COOH). — MM. **A. Bone** et **W.-H. Perkin junior F. R. S.** ont entrepris l'étude de l'acide triméthylsuccinique et de son isomère l'acide diméthylglutarique dans le but de savoir si l'acide triméthylsuccinique existe sous deux modifications. Ils ont préparé cet acide de deux manières différentes : 1° par l'action de l'α bromisobutyrate d'éthyle sur le dérivé sodique de l'α cyanopropionate d'éthyle; 2° par l'action de l'α bromisobutyrate d'éthyle sur le dérivé sodique du méthylmalonate d'éthyle. Dans les deux cas les auteurs ont obtenu un seul et même acide triméthylsuccinique qui, à l'état de pureté, fond à 152°. Il se forme toujours à côté de lui son isomère l'acide diméthylglutarique. Chauffé avec l'anhydride acétique, l'acide triméthylsuccinique donne un anhydrique fondant à 38-39°. Les auteurs ont également préparé un acide cyanotriméthylpropionique :



SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

La Société a reçu récemment les communications suivantes :

MM. **Gulland** et **Noel Paton** : Sur l'absorption des hydrates de carbone par l'intestin. — M. **Gilchrist** : Sur la torsion du corps des Mollusques. — M. **Tait** : Sur une propriété curieuse des déterminants. — M. **Crum Brown** : Sur un nystagmus normal. — Sir **W. Turner** : Sur les restes de l'antropopithèque trouvés récemment à Java, par M. Dubois : On a trouvé un crâne, une troisième molaire et un fémur gauche. On les a trouvés sur le bord d'une rivière de Java, à quelque distance l'un de l'autre, et à des époques différentes. M. Dubois suppose qu'ils établissent l'existence d'une race qui rattache le singe et l'homme : M. Turner observe qu'il n'est point certain que ces trois débris appartiennent à un même être; en comparant le crâne à divers spécimens de crânes, il n'est pas du tout convaincu qu'il n'ait pas appartenu à un être humain. Le fémur a une forme qui se retrouve dans une collection d'ossements humains, et les dents ressemblent autant aux dents d'un homme qu'à celles d'un singe : il considère que les débris appartiennent à un type humain inférieur. — M. **Chrystal** : Théorème relatif à l'équivalence des systèmes d'équations différentielles linéaires ordinaires à coefficients constants, et son application à la théorie de ces systèmes. — M. **Knott** : Changement de volume des tubes de fer et de nickel aimantés. — M. **Peddie** compare le cas de cécité jaune-bleu, décrit par lui, il y a quelque temps, au cas récemment décrit par V. Vintschgan et Hering. Dans le cas actuel, ce qui n'avait pas lieu dans le précédent, toute l'étendue du spectre est visible. Aussi loin que les observateurs aient pu aller, la présence du rouge semble être aisément reconnue; mais toutes les autres couleurs semblent à peu près, ou entièrement grises. Il ne semble exister qu'un point neutre (auprès de D, dans la partie jaune du spectre). — M. **Munro** donne une conférence sur la recherche des habitations lacustres. — MM. **Crum Brown** et **Fairbairn** : Sur l'action du mercaptide de sodium sur l'éther dibromomalonique. — MM. **Ewart** et **Cole** : Sur les branches dorsales des nerfs craniens et spinaux, chez les Elasmobranches. — M. **Traguair** : Sur les poudres phosphorescentes. — M. **Tait** : Sur la surface d'onde électromagnétique. — M. **le duc d'Argyll** : Sur la formation des glaces de deux vallées (le Glenaray et le Glenshira).

W. Peddie.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 18 Avril 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. **P.-H. Schoute** s'occupe du nombre des types de cristaux du système régulier dans l'espace ε^n à n dimensions. Il représente un cristal du système régulier dans ε^n par le symbole $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$, où les segments déterminés par les êtres ε^{n-1} limitants sur les axes sont rangés par ordre de grandeur croissante. En faisant suivre a_{n-1} du symbole $(a_1, a_2, \ldots, a_{n-1})$ de ε^{n-1} par a_n il y a deux cas à distinguer. Si a_{n-1} est infiniment grand, a_n l'est tout de même; si a_{n-1} a une valeur finie, on obtient trois types différents de ε^n en posant $a_n = a_{n-1}$, $a_n > a_{n-1}$ et fini, a_n infini. Ainsi chaque type de ε^{n-1} mène à trois types de ε^n ou à un seul, selon que a_{n-1} est fini ou infini; pour un des trois types nouveaux le dernier élément est infini. Si donc x_n et y_n représentent le nombre des types de ε^n à élément dernier fini et infini, on trouve les relations récurrentes : $x_n = 2x_{n-1}$ et $y_n = x_{n-1} + y_{n-1}$ ou $x_n = 2x_{n-1}$ et $x_n - y_n = x_{n-1} - y_{n-1}$. Pour $n = 2$ on trouve $x_2 = 2$, $y_2 = 1$. Donc on a : $x_n = 2^{n-1}$, $y_n = 2^{n-1} - 1$ et le nombre total des types de ε^n, c.-à-d. $x_n + y_n = 2^n - 1$. Pour $n = 4$, on a :

(1, 1, 1, 1) ...	16,	(1, k, k, l) ...	192,	(1, k, k, ∞) ...	96
(1, 1, 1, k) ...	64,	(1, k, l, l) ...	192,	(1, k, l, ∞) ...	192
(1, 1, k, k) ...	96,	(1, k, l, m) ...	384,	(1, 1, ∞, ∞) ...	24
(1, 1, k, l) ...	192,	(1, 1, 1, ∞) ...	32,	(1, k, ∞, ∞) ...	48
(1, k, k, k) ...	64,	(1, 1, k, ∞) ...	96,	(1, ∞, ∞, ∞) ...	8

Dans ce tableau les nombres qui suivent les symboles indiquent le nombre des corps limitants. Dans ces 15 types, seulement le premier (16), le treizième (24) et le dernier (8) sont des êtres réguliers dans le sens géométrique.

2° Sciences physiques. — M. **H. Kamerlingh Onnes**

communique les travaux exécutés au laboratoire de Leyde par M. A. Lebret, et ayant trait au phénomène de Hall. Dans la première communication, il décrit une méthode pour la mesure de ce phénomène appelée méthode de compensation, qui a l'avantage d'être une méthode à zéro, n'exigeant qu'une observation momentanée et éliminant ainsi toutes ces perturbations qui exigent du temps pour s'établir. La plus importante de celles-ci est le changement de température des électrodes secondaires, découvert par M. von Ettinghausen. La seconde communication s'occupe de la dissymétrie du phénomène de Hall dans le bismuth, où l'on trouve une valeur différente pour cet effet en employant des directions opposées du champ magnétique. L'auteur a réussi à trouver dans une plaque deux directions exemptes de dissymétrie ; il explique ce résultat en supposant que le changement de résistance par le champ magnétique diffère dans deux directions perpendiculaires. Nommant K_1 et K_2 les changements de résistance pour ces deux directions, le phénomène de Hall est donné par la formule :

$$e = H \pm \frac{1}{2} (K_1 - K_2 \sin \alpha,$$

où α représente l'angle de la direction des électrodes primaires avec l'un de ces axes.

3° Sciences naturelles. — M. C.-A. Pekelharing s'occupe du rapport entre le fibrine-ferment du sérum sanguin et le nucléo-protéide tiré du plasma sanguin. Il y a trois ans, l'auteur a démontré (*Revue générale*, II, p. 464) que le fibrine-ferment est une combinaison de chaux et du nucléo-protéide du plasma sanguin, qui est cédé au plasma sanguin pendant la destruction des éléments du sang. Quoiqu'on accepte généralement que plusieurs nucléo-protéides, en collaboration avec des sels de chaux, peuvent causer la coagulation de matières fibrinogènes, MM. Wright, Lilienfeld et Halliburton ont énoncé récemment l'opinion qu'il n'y a pas de rapport entre le fibrine-ferment et le nucléo-protéide. L'auteur réfute principalement les arguments de M. Halliburton, sans doute les plus importants de ceux par lesquels sa théorie a été attaquée. D'abord M. Halliburton remarque que l'alcool coagule les nucléo-protéides, tandis que, d'après la méthode de M. Schmidt, le fibrine-ferment est préparé en diluant avec de l'eau la substance précipitée du sérum sanguin par l'alcool, conservée pendant quelque temps sous l'alcool. Au contraire, l'auteur a trouvé que le fibrine-ferment, préparé d'une manière artificielle en traitant le nucléo-protéide du sang avec de l'eau de chaux et de l'acide carbonique, ne perd que partiellement sa solubilité pendant une conservation de longue durée sous de l'alcool et que, plus tard, il est encore à même de céder à l'eau un fibrine-ferment très actif. La seconde difficulté de M. Halliburton a trait au plasma dont la coagulation a été prévenue par du sulfate de magnésium ; ce plasma se coagule sous l'action du fibrine-ferment et non pas sous l'action du nucléo-protéide. L'auteur trouve que des solutions de matières fibrogènes pures ne se coagulent pas non plus, après addition de sulfate de magnésium, malgré la présence d'une grande quantité de nucléo-protéide, à moins qu'on n'ajoute une quantité relativement considérable de sels de chaux. Aussitôt que la combinaison du nucléo-protéide avec de la chaux s'est formée, la présence de $MgSO_4$ ne contrarie que très faiblement la coagulation. Le ferment tiré artificiellement du nucléo-protéide du plasma sanguin fait coaguler le plasma contenant $MgSO_4$ tout aussi bien que le fait le fibrine-ferment du sérum. Le troisième argument de M. Halliburton se base sur la conduite différente du nucléo-protéide et du fibrine-ferment introduits dans la circulation du sang; seulement le nucléo-protéide cause la coagulation intravasculaire. Par rapport au fibrine-ferment préparé d'après la méthode Schmidt, ou celle de Hammarsten, l'auteur confirme ce résultat ; il l'attribue à l'état de dilution extrême. Cela est d'accord avec l'expérience qu'après l'introduction de ces solutions de ferment on observe souvent la « phase négative » de M. Wright, c'est-à-dire un ralentissement de la coagulation du sang sécrété par les vaisseaux, précisément comme après l'introduction d'une quantité de nucléo-protéide trop petite pour causer la thrombose. Cependant, après l'introduction d'une solution plus concentrée du ferment, comme elle peut être obtenue d'après la méthode de M. Gamgee, dans la veine d'un lapin, l'auteur constatait une coagulation intervasculaire aussi importante que celle causée par la combinaison du nucléo-protéide avec de la chaux, précipitée par l'addition de l'acide acétique au sérum sanguin dilué. L'auteur n'a pu trouver aucune trace de différence entre le fibrine-ferment du sérum et la combinaison obtenue à l'aide de l'action de la chaux sur le nucléo-protéide tiré du plasma sanguin. — M. Th. H. Mac Gillavry présente une brochure de M. A. van Delden intitulée : Les réactions du beurre hollandais par rapport aux méthodes nouvelles d'examination ; il y ajoute un aperçu de deux méthodes dont il se sert à démontrer la présence de très petites quantités d'oléomargarine ou d'autres huiles. Première méthode : La matière est examinée à l'aide de la lumière circulairement polarisée tandis qu'elle est refroidie à 4°C ou échauffée jusqu'à 45°C. Seconde méthode : Pour constater la présence d'huiles, une pièce de beurre est mise sous le microscope dans un espace où la température est augmentée de 20°C à 24°C. A côté de cet espace se trouve un espace capillaire qui aspire l'huile contenue dans le beurre. Cette petite quantité peut être examinée d'après la première méthode.

P.-H. Schoute.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

CARL VOGT

Les sciences naturelles viennent de faire une perte sensible dans la personne de Carl Vogt, que la mort a enlevé, à l'âge de 78 ans, le 5 mai dernier. Son nom était connu, non seulement de tous les naturalistes, mais encore du grand public, dans lequel il avait depuis longtemps pénétré ; car Vogt fut aussi un vulgarisateur, un de ceux qui veulent que la science ne soit pas seulement l'apanage du laboratoire et de quelques initiés, mais qu'au contraire elle rayonne et se répande dans les masses.

Son œuvre scientifique, qui comprend la Zoologie et l'Anatomie comparée, l'Embryogénie, l'Anthropologie, la Géologie et la Paléontologie, est considérable. Il a étudié toutes ces sciences avec un égal succès ; mais il avait une faveur marquée pour les deux premières. Vogt fut le collègue et le collaborateur de ces savants qui, dans des domaines divers, illustrèrent l'Académie, puis l'Université de Genève : les Marignac, les de La Rive, les Edouard Claparède, les Pictet de La Rive, etc.

Né à Giessen, le 5 mai 1817, Carl Vogt était fils d'un naturaliste ; il étudia d'abord la médecine, travailla ensuite chez Liebig, — il tournait alors ses regards vers la chimie, — puis il suivit son père, appelé à

Berne comme professeur. C'est dans cette ville que, sous la direction de Valentin, il commença ses premiers travaux d'anatomie et de physiologie.

A 20 ans, il débuta par un travail sur le liquide amniotique, un opuscule de quelques pages, dans lequel il indique la teneur des composants des liquides en question, à 3 mois 1/2 et à 6 mois de la vie fœtale. Ce travail fut publié dans les « Archives » de Johannes Müller, de Berlin. Dans les mêmes « Archives », Vogt fit paraître une étude sur la *Neurologie du Python tigris*, dont il avait eu en mains de remarquables échantillons, et sur le système nerveux des Reptiles en général.

Puis il résida à Neuchâtel, attiré par la célébrité d'Agassiz, avec lequel il se lia, ainsi qu'avec Desor et d'autres naturalistes neuchâtelois. Ce fut une belle période d'activité scientifique. Il sortait chaque semaine de l' « usine » Agassiz une trentaine de pages d'impression.

Vogt, cependant, travaillait pour son compte, et, en 1842, il publia l'*Embryogénie des Salmonés*. A cette époque, l'Embryogénie était dans son enfance, et Vogt eut la gloire d'être un des premiers à entreprendre l'étude de cette branche. Il en avait compris toute l'importance au point de vue de l'anatomie comparée; aussi ne la délaissa-t-il jamais; en 1844, il publia un mémoire sur l'*Embryogénie des Batraciens;* en 1846, ses *Recherches sur l'Embryogénie des Mollusques Gastéropodes*, et, ces dernières années, il s'occupait beaucoup de l'embryogénie de la Chauve-souris.

C'est grâce à Agassiz et Desor que l'attention de Vogt se tourna vers les glaciers, dont l'étude scientifique venait d'être commencée par Venetz et de Charpentier; il occupa avec eux la fameuse cabane des Neuchâtelois sur le glacier inférieur de l'Aar. Son livre de début en Géologie fut : *Montagnes et Glaciers*, paru en 1843 en langue allemande.

De 1844 à 1846, Vogt résida à Paris, où il fit la connaissance de la plupart des naturalistes français; il y fonda la Société des Médecins et Naturalistes allemands, puis il visita l'Italie. En 1847, il retourna à Giessen, où il était appelé comme professeur à l'Université, mais il n'occupa jamais effectivement sa chaire, car, en 1848, survinrent, en Allemagne, les événements que l'on connaît et auxquels il prit une part active. Il fut même un des trois régents de l'empire allemand. Mais, devant les baïonnettes prussiennes, il fut obligé de se retirer. Condamné à mort, il passa la frontière à grand'peine, déguisé en paysan, et se retira à Berne, où il prit ses lettres de naturalisation. Il reprit alors — surtout à Nice, dont il a pour ainsi dire découvert la faune marine — ses études zoologiques, et, en 1852, il fut appelé à occuper la chaire de Géologie à l'Académie de Genève. Ce ne fut que plus tard qu'il obtint la chaire de Zoologie et d'Anatomie comparée, science qu'il professait avec le plus de plaisir.

En juillet 1861, Vogt fit, en compagnie d'un riche particulier de Francfort, un voyage scientifique au Pôle Nord, à l'île de Jan-Mayen et en Islande; il en est resté un livre intitulé : *Nordfahrt* qui est, en quelque sorte, un des meilleurs guides pour ces régions.

Nous n'avons pas la prétention d'indiquer, dans cette courte notice, quels ont été les nombreux travaux de Carl Vogt dans tous les domaines, ni même de passer à l'analyse de ceux que nous citerons. Nous ne rappellerons que ses principaux ouvrages, parmi lesquels les *Recherches sur les animaux inférieurs de la Méditerranée*, et — celui-ci fit beaucoup de bruit — son *Mémoire sur les Microcéphales ou Hommes-singes*, paru en 1867.

Ses livres les plus connus furent presque tous publiés en langue allemande, et ne furent pas tous traduits. Les *Lettres physiologiques*, qui furent traduites dans presque toutes les langues d'Europe, sont de 1845 (trad. franc. de 1874). En 1846 parurent en deux volumes : *Lehrbuch der Geologie und Petrefaktenkunde*, ouvrage qui arriva à sa cinquième édition en 1879. En 1847, *Océan et Méditerranée;* en 1850, *Scènes de la vie des animaux;* en 1851, *Recherches sur les sociétés d'animaux;* ces trois ouvrages aussi en allemand. Plus tard (1864) parurent *les Leçons sur l'Homme, les Mammifères* (1882), et, de 1886 à 1894, sa dernière œuvre, le *Traité d'Anatomie comparée pratique*, — ce qu'il y a actuellement de plus complet en cette matière, — en collaboration avec son ancien élève, — devenu son assistant et son suppléant, — M. Emile Yung.

Vogt s'était toujours vivement intéressé à la diffusion de la science; je crois qu'il fut l'un des premiers qui se servirent des illustrations des mémoires originaux pour les publications populaires.

Il fut un conférencier célèbre : ses conférences sur le darwinisme, données en Suisse et dans différentes villes d'Allemagne, eurent un retentissant succès. Il cessa ses tournées de conférences lorsqu'éclata la guerre de 1870, au sujet de laquelle il prit le parti des vaincus, sachant bien cependant qu'il se fermait des portes, jusque-là grandes ouvertes, de l'autre côté du Rhin; c'est là un rare exemple de désintéressement. Ses lettres politiques sur la guerre de 1870-71 furent publiées à la fin de ce terrible événement, et Vogt ne reparut plus en Allemagne. Il fut d'ailleurs toujours un adversaire de Bismarck.

Peu de temps avant sa mort, Carl Vogt mettait la dernière main à un grand ouvrage sur les Poissons d'Europe, et il disait à ceux qui lui parlaient de cette œuvre : « J'ai commencé par les Poissons, je finirai par les Poissons. » En effet, au début de sa carrière, il avait collaboré à l'*Histoire naturelle des Poissons d'eau douce* d'Agassiz. Ce groupe de Vertébrés l'intéressait particulièrement; dans son cours, il s'y arrêtait volontiers, et, en 1835, il avait fait paraître l'*Education artificielle des Poissons*, continuant l'impulsion donnée dans ce sens par Coste.

Vogt faisait partie de cette élite intellectuelle, qui pouvait dire avec l'auteur latin : « Rien de ce qui est humain ne m'est étranger. » Travailleur infatigable, il se délassait d'une occupation en en entreprenant une autre, et il se lançait dans toutes avec la même ardeur. Comme ces grands hommes de la Renaissance, ou comme quelques-uns de ces grands esprits du XVIIIe siècle, il embrassait plusieurs choses à la fois et les dominait toutes. Il publia un volume de nouvelles, fit de la peinture, écrivit même des vers.

Vogt laisse après lui plusieurs élèves. Parmi les plus connus, nous pouvons citer les professeurs Arnold Lang de Zurich, et Emile Yung de Genève.

Carl Vogt fut pendant de longues années président de l'Institut national genevois; il était chevalier de la Légion d'honneur, et, depuis le 27 juin 1887, membre correspondant de l'Académie des Sciences de Paris.

Eugène PITTARD,
Professeur au Collège de Genève.

ERRATUM. — Dans le récent article de MM. F. et J. Jean, sur l'*Industrie des Suifs comestibles et industriels* (*Revue* du 15 mai dernier), nous avons indiqué que le graphique de la page 421 avait été dressé par M. Maurice Duclos, courtier assermenté; bien involontairement nous avons omis de marquer que les deux graphiques des pages 422 et 423 avaient été également faits par lui.

Rectifions aussi (page 414, 2me colonne, 44e ligne) une coquille qui tendrait à établir une confusion entre l'*oléine* et l'oléo. Lire : « Cette dénomination est réservée aux suifs destinés à l'alimentation et à la fabrication des *oléos*. »

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES NOUVEAUX SERVICES ET INSTITUTS

DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LILLE

I — L'INSTITUT DE CHIMIE

La Municipalité et l'Académie de Lille viennent d'inaugurer les nouveaux bâtiments des Facultés. Tous ceux qui s'intéressent aux progrès de l'enseignement supérieur en ont été très heureux. On comprend donc que les Universités étrangères, l'Institut, les Facultés françaises et les grandes Écoles aient envoyé à Lille d'importantes délégations.

Ces fêtes universitaires ont été très cordiales. Les discours et les banquets n'ont pas fait défaut; la séance d'inauguration, dans laquelle le maire, M. Géry-Legrand, a remis les bâtiments au Ministre, M. André Lebon, a été des plus réussies, et nous avons assisté au défilé, avec étendards, des Écoles et des nombreuses Sociétés diverses qui sont, comme on le sait, très vivaces dans la Flandre française.

Cette réorganisation des Facultés avait été étudiée et préparée sous les ministères de M. Berthelot et de M. Spuller. La ville de Lille, riche et prospère, a tenu à honneur de participer, par moitié, à toutes les dépenses, lesquelles se sont élevées au chiffre respectable de 3.500.000 francs. Voici quelle a été la répartition de ces dépenses :

		fr.
1° Institut des Sciences naturelles.		
Terrain	270.000	
Constructions	425.000	
Total	695.000	695.000
Report		695.000
2° Institut de Chimie.		
Terrain	182.000	
Constructions	483.000	
Total	665.000	665.000
3° Faculté de Droit et des Lettres.		
Terrain	200.000	
Constructions	690.000	
Total	890.000	890.000
4° Institut de Physique.		
Construction	447.000	447.000
Construit sur une parcelle de terrain offerte par la Faculté de Médecine.		
5° Bibliothèque universitaire.		
Terrains	126.500	
Constructions	354.500	
Total	481.000	481.000
6° Hôtel académique.		
Terrains et immeubles	240.000	
Réparations	81.500	
Total	321.500	321.500
		3.499.500

De plus, dans un large esprit de prévoyance, la ville de Lille a voulu assurer le fonctionnement de ces Instituts en leur distribuant une somme an-

nuelle de 20.000 francs, et cela pendant vingt ans, pour être employée au mieux des intérêts de l'Enseignement supérieur. Cette somme vient s'ajouter aux subventions annuelles de l'État.

Enfin, nous ne devons pas oublier qu'un généreux donateur, M. Philippart, a tenu à prendre sa part de collaboration dans cette création scientifique en faisant aux Facultés un don de 100.000 fr. C'est un bel exemple de l'heureuse influence que peut avoir la fortune privée sur l'avenir scientique de nos grands établissements.

Les Facultés de Lille méritaient, d'ailleurs, largement tous ces bienfaits : leur prospérité est croissante et elles possèdent de nombreux élèves, répartis de la façon suivante :

Étudiants	Droit	343
	Médecine	724
	Pharmacie	134
	Sciences	129
	Lettres	305
	Total	1.335

La visite de ces différents instituts, assez voisins les uns des autres, est des plus intéressantes. La séparation en différents services des élèves d'une même faculté permet de trouver aisément des terrains de valeur peu élevée et possède l'immense avantage de réunir les laboratoires similaires. La ville de Lille a pu ainsi donner un très grand espace à quelques services; l'enseignement et la recherche s'y développeront en toute sécurité. Plus tard, si besoin en était, leur agrandissement se ferait avec facilité.

Nous avons admiré les belles installations des laboratoires des Sciences naturelles, l'élégant amphithéâtre des cours de Physique, et enfin nous avons visité longuement les nouveaux laboratoires de l'Institut de Chimie, sur lequel nous donnerons quelques détails.

On sait combien nous étions en retard sur ce point vis-à-vis des nations étrangères et surtout de l'Allemagne. Aussi, depuis dix ans, les efforts se sont-ils portés de ce côté, et, grâce à l'impulsion énergique donnée par M. Liard, directeur de l'Enseignement supérieur, nous avons inauguré successivement, en France, l'Institut Chimique de Nancy, celui de Montpellier, aujourd'hui celui de Lille, et demain nous inaugurerons celui de Paris.

L'Institut Chimique de Lille, qui n'a coûté au total que 670.000 francs, et qui peut contenir aisément une centaine d'élèves, a été entièrement construit en briques. Et cela est d'une grande importance. On abandonne enfin un luxe extérieur tout à fait inutile pour consacrer l'argent à l'aménagement intérieur absolument indispensable. Les architectes se plaisent aux grandes façades, aux larges escaliers, aux longues colonnades ; laissons les construire les Écoles de Droit, les Facultés des Lettres, mais, de grâce, ne leur confions plus les laboratoires de Chimie et de Physique [1].

On a raconté plaisamment que, pour faire un canon, on prenait un trou et que l'on mettait du bronze autour. La véritable formule d'un institut chimique devrait être de prendre un jardin et de mettre des laboratoires autour. C'est ce que l'on a fait à Lille. Tout l'ensemble de l'édifice, dont M. Matignon donne dans ce numéro même une intéressante description, comporte les services de Chimie. Une véranda qui fait le tour du jardin les réunit tous, et la disposition en est heureuse.

Les laboratoires de Lille ne sont pas construits sur le modèle des laboratoires de Zurich ou d'Allemagne, et j'estime que leur disposition se prête mieux aux habitudes françaises.

On a abandonné avec raison la grande salle où les étudiants sont réunis et serrés comme les soldats d'un régiment; on a préféré une suite de salles spacieuses, élevées, très bien éclairées, dans lesquelles se meuvent avec facilité une quinzaine d'élèves sous la direction continue d'un préparateur.

Auprès de ces laboratoires, une salle très aérée permet la préparation de gaz toxiques, tels que le chlore et l'hydrogène sulfuré. De nombreuses cages à tirage se trouvent aussi dans les murs et servent aux évaporations d'acides.

Les amphithéâtres, qui contiennent de 120 à 150 élèves, sont d'une grande simplicité.

Peut-être pourrions-nous reprocher à certains laboratoires une aération générale insuffisante et des moyens de chauffage défectueux ; mais ce sont là des détails auxquels il sera facile de remédier. De plus, nous avons été très surpris de ne pas rencontrer dans un aussi bel établissement la plus petite dynamo, indispensable aujourd'hui aux recherches du chimiste. Il est à désirer que quelque généreux donateur comble rapidement cette lacune. Les sous-sols de l'Institut de Chimie sont déjà préparés pour recevoir une machine d'une dizaine de chevaux, qui donnera avec facilité la force électrolytique ou calorifique et qui assurera, en même temps, l'éclairage de tout le bâtiment.

L'ensemble de l'Institut est divisé en deux parties égales : l'une appartient à la Chimie générale et l'autre à la Chimie appliquée. Dans la première se trouvent les laboratoires de préparation au Certificat d'étude des sciences chimiques, physiques et naturelles; les laboratoires de préparation à la

[1] Je dois faire une exception pour les laboratoires de la Sorbonne, dans lesquels M. Nénot a pu, en habile architecte, sacrifier à la pierre de taille et donner pleine satisfaction aux professeurs. Mais je me souviens aussi qu'une exception confirme la règle.

licence et à l'agrégation, le laboratoire du professeur, M. Willm, et celui de ses assistants, enfin les laboratoires des jeunes gens qui prépareront leurs thèses de doctorat.

De ce côté donc, la science régulière et toute la filière des grades qui conduisent l'étudiant des portes du lycée au doctorat ès sciences. Là, se fera une science méthodique, régulière, à idées générales dont tout peuple a besoin, idées sans lesquelles la recherche scientifique perdrait bientôt toute fécondité.

Dans l'autre partie du bâtiment, M. Buisine dirige la Chimie appliquée. Nous y avons rencontré de beaux laboratoires séparés, ayant chacun une destination spéciale.

Dans le premier, on étudie les matières colorantes et la teinture. Dans le deuxième les fermentations industrielles et la brasserie. Dans le troisième les produits chimiques. Le quatrième est consacré plus spécialement à l'analyse des denrées alimentaires et des produits industriels.

Enfin, un laboratoire de Chimie agricole est déjà installé, dans l'espérance de la création prochaine d'une chaire de cette science, qui est appelée à rendre de grands services à l'agriculture du Nord.

A ces laboratoires est adjoint un musée industriel en voie de formation.

Ici, plus de diplômes, plus d'examens; on ne demande à l'élève qui vient heurter à la porte, que de la bonne volonté, du travail et de l'assiduité.

La rémunération à payer pour occuper une place est bien peu de chose : 30 francs par mois. Plusieurs bourses offertes par la Ville, des dispenses accordées par le Conseil de la Faculté peuvent même y faire admettre le travailleur peu fortuné, qui montre des dispositions pour l'étude de la Chimie appliquée.

Un règlement bien conçu, relatif aux chercheurs et aux élèves des laboratoires de Chimie industrielle, a réglé les conditions générales des études.

Cette organisation nous semble des plus heureuses, et il y a tout lieu d'espérer qu'elle donnera de bons résultats. L'originalité pourra s'y développer en toute liberté, et l'industrie, déjà si riche, du département en recevra une force et une vigueur nouvelles.

L'installation de ces beaux laboratoires a, d'ailleurs, transformé en partie toute la Faculté des Sciences. Et, depuis son éminent doyen, M. Gosselet, jusqu'au dernier préparateur nommé, tout le monde semble rempli d'énergie et d'ardeur. Cet enthousiasme nous est un sûr garant des publications à venir. On n'entend parler que de travaux à faire, que de recherches nouvelles. Les groupements affectueux entre maîtres et élèves se forment de toutes parts, et, dans quelques années, par le fait même de cette brillante installation, les professeurs de Lille se trouveront heureux de rester dans leur belle Faculté, et ainsi sera résolue une partie de cette grosse question de la décentralisation de la Science française.

Henri Moissan.
de l'Académie des Sciences,
Professeur à l'École Supérieure de Pharmacie

II — DESCRIPTION DES NOUVEAUX LABORATOIRES DE LA FACULTÉ

En 1887, lors du transfert à Lille des Facultés de Droit et des Lettres de Douai, une convention contenant les dispositions suivantes fut signée entre la Ville et l'État :

« Il sera construit un Institut de Physique pour la Faculté des Sciences sur le terrain disponible de la rue Gauthier-de-Châtillon... »

« Il sera construit un Institut des Sciences naturelles, Zoologie, Botanique, Géologie, sur un terrain d'une contenance approximative de 4.500 mètres, limité par les rues Malus, de Bruxelles et Brûle-Maison. »

« Il sera construit un Institut de Chimie générale et de Chimie industrielle sur un terrain d'une contenance de 8.000 mètres à l'angle des rues Barthélemy-Delespaul et Jeanne-d'Arc. »

C'est à l'inauguration de ces Instituts et d'un nouvel édifice destiné à la Faculté de Droit et à la Faculté des Lettres, que le Conseil Général des Facultés et la Municipalité de Lille viennent de convier les savants français et étrangers. Les trois Instituts ont été bâtis en deux ans et demi sous la direction de M. Mongy avec la collaboration de MM. Batteur et Bourdon; la construction, l'aménagement et le mobilier ont coûté 1.600.000 francs.

I. — Institut de Physique.

Cet Institut est constitué par le bâtiment que représente la figure 1 (page 480). Les figures 3 et 4 donnent le plan du rez-de-chaussée et du premier étage de ce monument.

L'enseignement de la Physique [1] est donné dans trois salles distinctes : deux petits amphithéâtres pour les leçons fermées et un grand amphithéâtre réservé aux cours publics. Ce dernier (fig. 2), qui

[1] 1 professeur, 2 maitres de conférences, 1 chef de travaux pratiques, 3 préparateurs.

Fig. 1. — *Institut de Physique.*

F[illegible] — *Grand amphithéâtre de l'Institut de Physique*

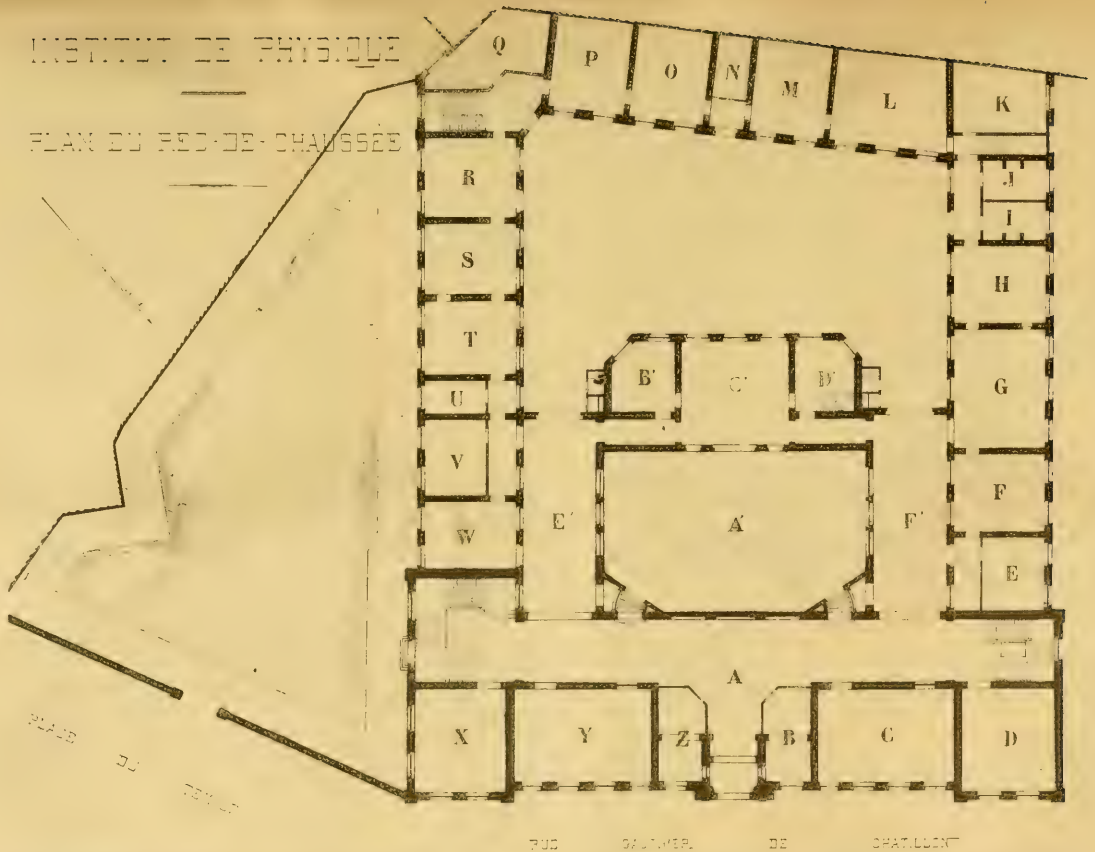


Fig. 3. — *Institut de Physique. — Plan au rez-de-chaussée.* — A, vestibule. — B, loge du concierge. — C, amphithéâtre, cours de chimie. — D, X, salles d'étude. — E, F, G, H, service du professeur adjoint. — I, cabinet du chef des travaux pratiques. — J, cabinet du maître de conférences. — K, photométrie. — L, M, O, P, R, S, T, salles de travail. — Q, chimie. — U, salle des balances. — V, cabinet du professeur directeur. — W, bibliothèque. — Y, amphithéâtre, cours des médecins. — A', grand amphithéâtre. — B', salle des machines. — C', atelier. — E', F', galeries ouvertes.

peut contenir plus de deux cents auditeurs, permet de répondre facilement à toutes les exigences de l'enseignement expérimental; de larges fenêtres latérales, distribuant abondamment la lumière, peuvent être fermées par un déplacement rapide de rideaux, de sorte que quarante secondes suffisent pour transformer cette vaste salle en une chambre noire parfaite. Pour les cours publics du soir, une plaque diffusante formant plafond fournit la lumière nécessaire à l'éclairage.

Les salles de collection sont en façade, au premier étage, dans la partie la moins humide de l'Institut; un monte-charge électrique permet d'amener facilement les appareils à l'étage inférieur.

En raison de la stabilité de plus en plus nécessaire pour les expériences de précision, tous les laboratoires de recherches sont installés au rez-de-chaussée; en outre, de gros piliers en maçonnerie isolés et de fortes tablettes en ardoise, fixées dans les angles des murs, sont largement répartis dans toutes les salles.

Les manipulations des élèves ont lieu au premier étage, dans un ensemble de dix-huit petites pièces dont la disposition permet au chef des travaux une surveillance et un contrôle faciles.

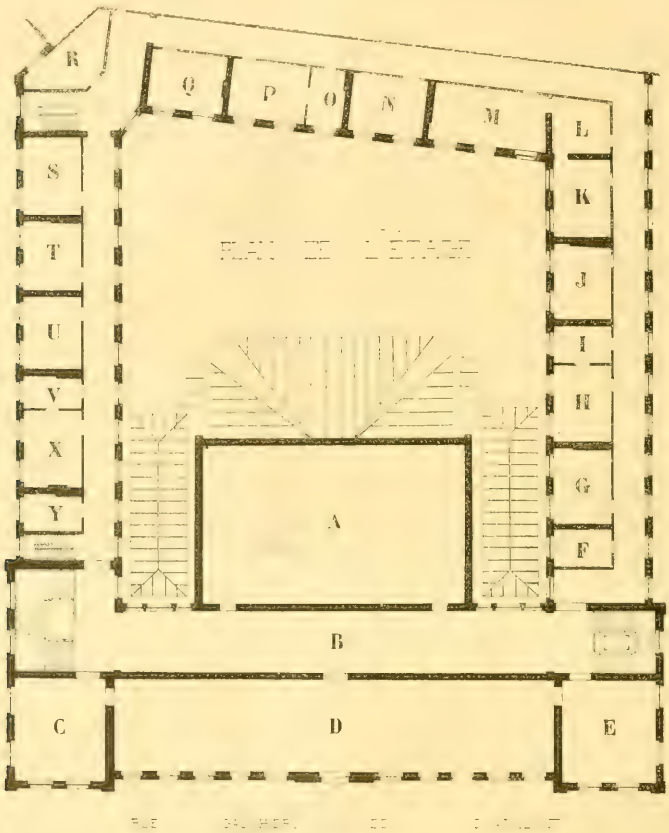


Fig. 4. — *Institut de Physique. — Plan de l'étage.* — A, grand amphithéâtre. — B, C, D, E, salles de collections. — F, Y, salles des préparateurs. — G H..... X, salles de manipulations.

L'électricité est distribuée dans tout l'Institut, soit directement, à l'aide de deux dynamos actionnées par un moteur à gaz Crosley de huit chevaux et demi, soit par l'intermédiaire d'une batterie d'accumulateurs constituée par 40 éléments Tudor.

L'aile gauche du second étage possède une installation complète de photographie. A signaler aussi les deux pavillons extrêmes de la façade, des-

tinés à recevoir les appareils enregistreurs du service météorologique départemental.

une cour intérieure ; ils occupent une superficie de 4.500 mètres et peuvent recevoir plus de cent

Fig. 5. — *Institut de Chimie.*

Fig. 6. — *Façade postérieure de l'Institut de Chimie.*

II. — Institut de Chimie.

Les bâtiments du nouvel Institut (fig. 5 à 9) sont distribués autour d'un vaste quadrilatère formant

chimistes. Peu de laboratoires présentent une aussi heureuse disposition tant au point de vue de l'aération que de la distribution de la lumière.

Deux services distincts se partagent à peu près

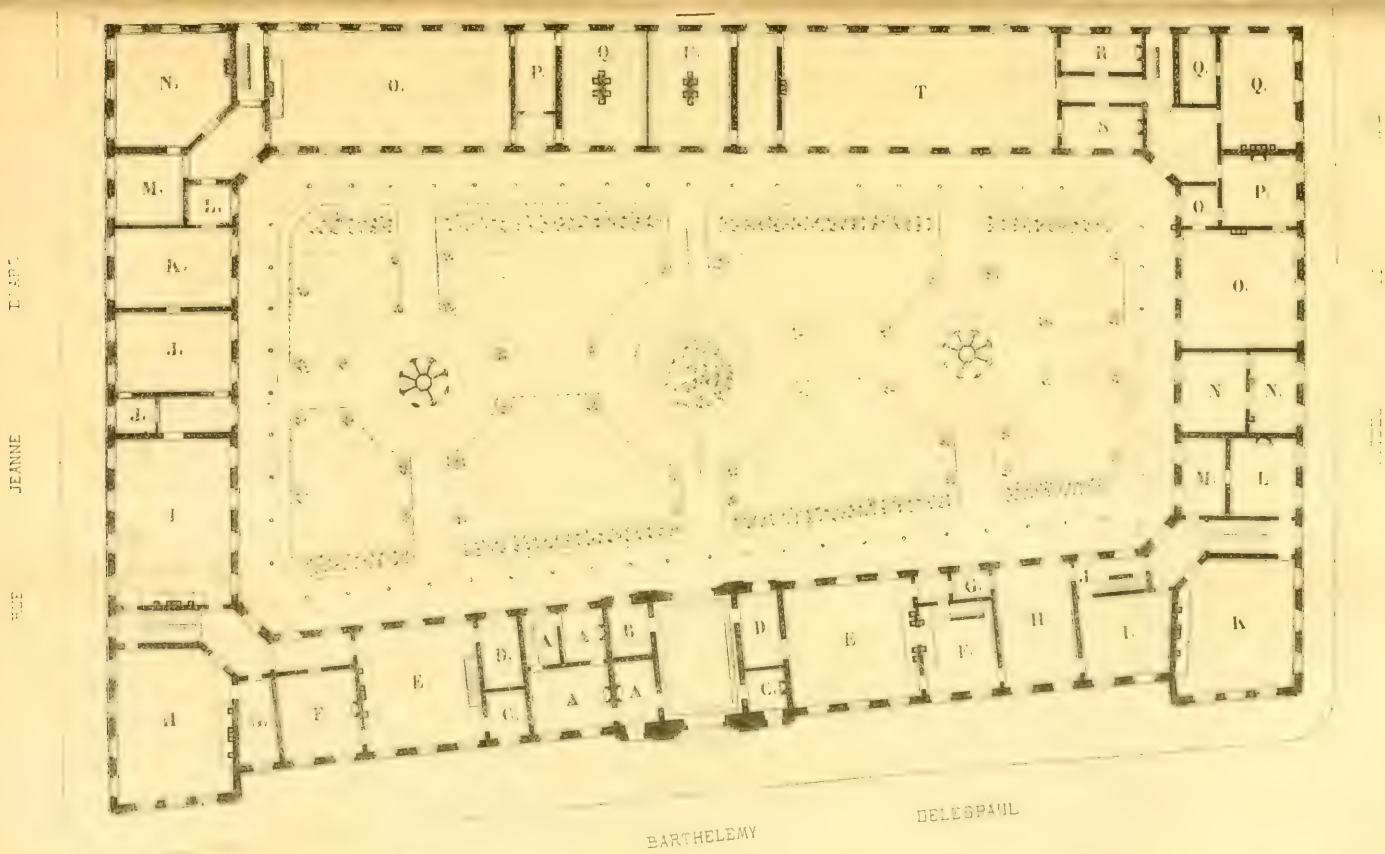


Fig. 7. — *Institut de Chimie. — Plan du rez-de-chaussée.* — A, [illegible] — B, [illegible] — C, salle d'attente. — D_1, vestiaire. — [illegible] — E_1, [illegible] — F_1, H_1, préparateur des cours. — I, thermochimie. — K_1, I, service du professeur de chimie générale. — M, bibliothèque. — N_1, N, service de l'agrégation. — O, P, service du premier maître de conférences. — Q_1, service du deuxième maître de conférences. — S, salle de balances. — R, cabinet du chef des travaux. — [illegible] laboratoire des élèves. — [illegible] laboratoire en plein air. — C, D, E, F, service du professeur de chimie appliquée. — H, laboratoire du préparateur. — [illegible] — [illegible] — K, [illegible] — L, M, N, laboratoires de chimie agricole. — O, laboratoire des élèves.

Les notices 1 et 2 [illegible] aux deux services de Chimie générale et de Chimie appliquée.

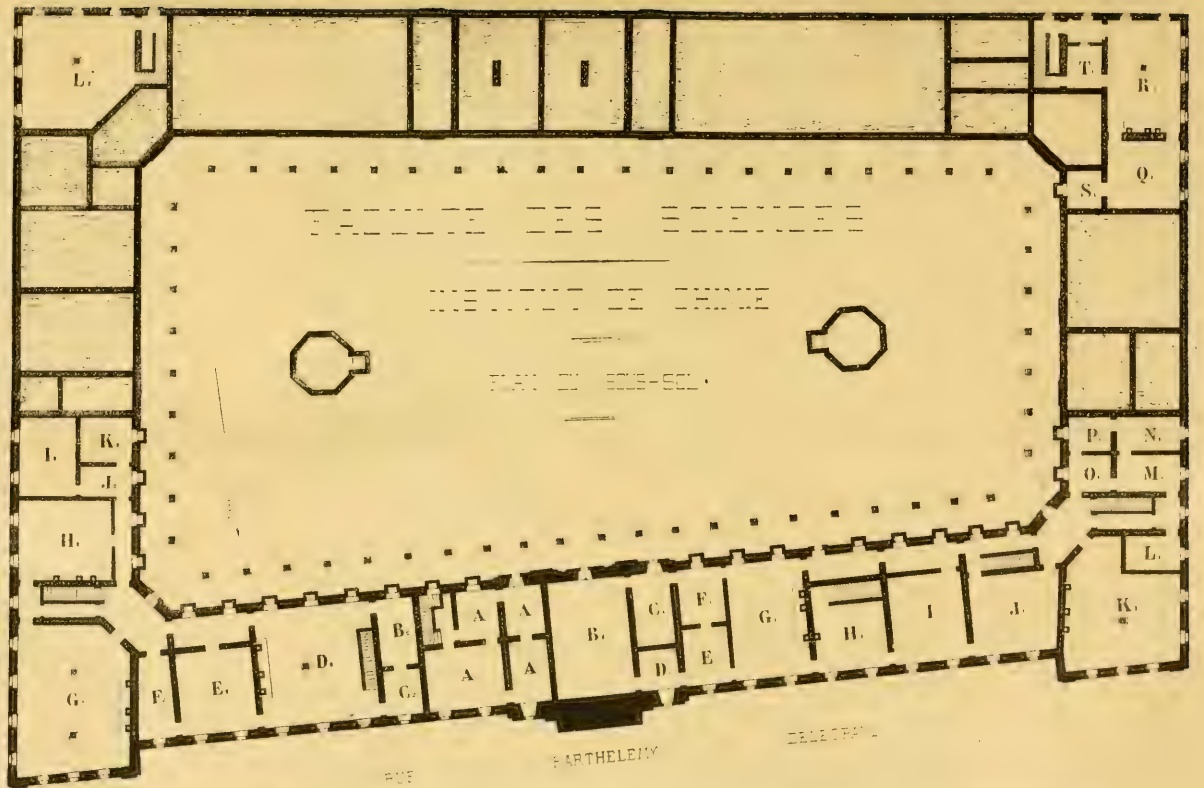


Fig. 8. — *Institut de Chimie — Plan du sous-sol.* — J_1, E_1, D_1, Q_1, B_2, D_2, H_2, verrerie. — G_1, H_1, K_1, R_1, G_2, D_2, I, L, laboratoires variés. — I_1, S_1, K_2, chambres noires.

également l'Institut : la Chimie générale [1], à droite, et la Chimie appliquée [1], à gauche. La Chimie générale possède deux amphithéâtres : dans le plus grand se donnent les cours préparatoires au certificat d'études des sciences physiques, chimiques et naturelles, dans l'autre les cours de licence et d'agrégation. A chacun d'eux sont adjointes des salles de préparation et des salles de recherches pour les préparateurs.

Un grand laboratoire (fig. 10) permet de donner l'enseignement pratique à soixante élèves à la fois : il est complété par une salle de balances et un plein-air pour les manipulations susceptibles de dégager des gaz ou des vapeurs délétères.

Trois services distincts et isolés, comprenant chacun un cabinet, un laboratoire et une salle de balances, sont réservés au professeur et aux deux maîtres de conférences. Au milieu d'eux et également isolé se trouve un petit service constitué par un laboratoire et une salle de conférences ; c'est là que les candidats à l'agrégation font leurs leçons sous la direction d'un professeur; obligés d'acquérir une somme de connaissances théoriques assez considérable pour le concours si difficile de l'agrégation, ils viennent, à leur gré, se reposer de leur travail au laboratoire où ils retrouvent l'analyse ou la préparation commencée la veille ; le voisinage des professeurs leur permet d'ailleurs d'avoir à chaque instant les renseignements dont ils ont besoin.

Un laboratoire recevant la lumière du nord est consacré aux recherches physico-chimiques exigeant des températures constantes (thermochimie).

L'ensemble du service de la Chimie générale est complété par des chambres noires et par des laboratoires, installés au sous-sol, pour les calcinations et les préparations faites à hautes températures.

La Chimie appliquée possède un amphithéâtre pouvant contenir cent auditeurs et une salle de travaux pratiques pour quarante chimistes. Des laboratoires techniques, avec leur outillage spécial, sont consacrés à la Chimie agricole, à l'Industrie des fermentations (brasserie, vinaigrerie, distillerie), à la préparation et à l'application des matières colorantes (teinture, apprêts, impression), à l'analyse des produits alimentaires et industriels et à la photographie.

Les grandes salles de la façade du premier sont destinées aux collections et au logement d'un musée de Chimie appliquée; là seront classés les produits qui représentent les étapes successives de la matière employée dans les diverses industries.

Il manque malheureusement à ce vaste Institut

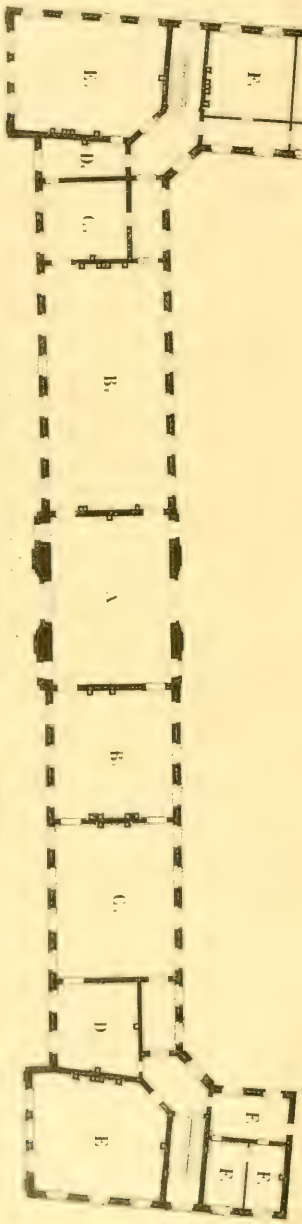


Fig. 9. *Institut de Chimie.* — *Plan de l'étage.* — A, salle des thèses. — B_1, B_2, salles de collections. — C, amphithéâtre, cours des médecins. — D, salle du [illegible] — E, appareils de physique. — F, F, G, logement des gardiens. — E, laboratoire de microbiologie.

[1] 1 professeur, 2 maîtres de conférences, 1 chef de travaux, 3 préparateurs.

[1] 1 professeur, 1 chef de travaux, 1 préparateur.

une installation électrique permettant une distribution permanente dans les divers services. Au moment où les recherches physico-chimiques prennent une place de plus en plus importante dans la science, où la Chimie des hautes températures, reposant sur l'emploi de l'arc électrique, nécessite des courants puissants, où l'électrolyse est à la veille de révolutionner la grande industrie chimique, où l'effluve vient de montrer une fois de plus la puissance et l'originalité de son action dans la combinaison de l'argon, tout laboratoire de chimie doit avoir à sa disposition une source puissante d'électricité.

Il n'y a là évidemment qu'un retard ; les pouvoirs publics sauront bientôt, il faut l'espérer, concilier leur bonne volonté avec les difficultés budgétaires, et accorder les crédits suffisants pour cette installation, dont la nécessité s'impose.

Fig. 10. — *Grand laboratoire de l'Institut de Chimie.*

III. — Institut des sciences naturelles.

L'Institut (fig. 11 à 15) est occupé par : la Géologie [1], pavillon n° 1, la Zoologie [1], pavillon n° 2 ; et la Botanique [2], pavillon n° 3.

La Géologie comprend un amphithéâtre et une salle de conférences pour l'enseignement, des laboratoires de recherches pour les professeurs et les candidats au doctorat, deux salles de travaux pratiques (géologie et minéralogie) pour les candidats à la licence. Ces services généraux sont complétés par des laboratoires particuliers pour l'analyse, les recherches spectroscopiques, les études microphotographiques, et par des salles pour le dépôt des cartes.

Une salle est réservée dans l'Institut à la Société Géologique du Nord de la France ; c'est là que se font les réunions de cette société, fondée en 1870 par le professeur-directeur actuel M. Gosselet ; les travaux originaux des membres sont réunis dans un Bulletin spécial, bien connu des géologues.

Les collections sont placées au premier étage, dans la partie ouest des bâtiments ; deux vastes

[1] 2 professeurs, 2 préparateurs.

[1] 1 professeur, 1 maître de conférences, 1 chef de travaux, 1 préparateur.

[2] 1 professeur, 1 maître de conférences, 2 préparateurs.

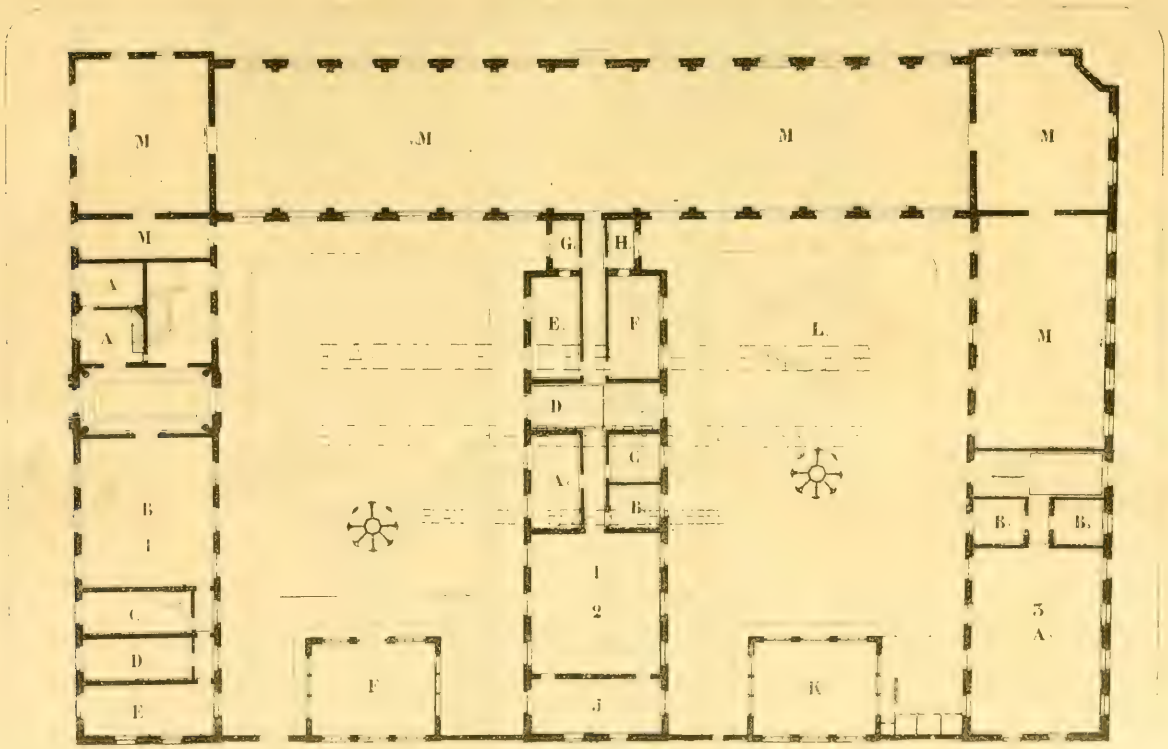


Fig. 11. — *Institut des Sciences naturelles. — Plan du rez-de-chaussée.* — 1. *Géologie.* — A, loge du concierge. — B_1, amphithéâtre. — C_1, D_1, préparation du cours. — E_1, F_1, laboratoires de recherches. — 2. *Zoologie.* — A_2, Physiologie — B_2, C_2, salles de recherches. — E_2, G_2, chimie. — F_2, H_2, service du maître de conférences. — I_2, amphithéâtre. — J_2, préparation des cours — M, Musée de zoologie. — 3. *Botanique.* — A_3, amphithéâtre. — B_3, herbier.
Les indices 1, 2, 3, sont relatifs aux trois services distincts : Géologie, Zoologie, Botanique.

Fig. 12. — *Institut des Sciences naturelles.*

Fig. 13. — *Laboratoire de Zoologie à l'Institut des Sciences naturelles.*

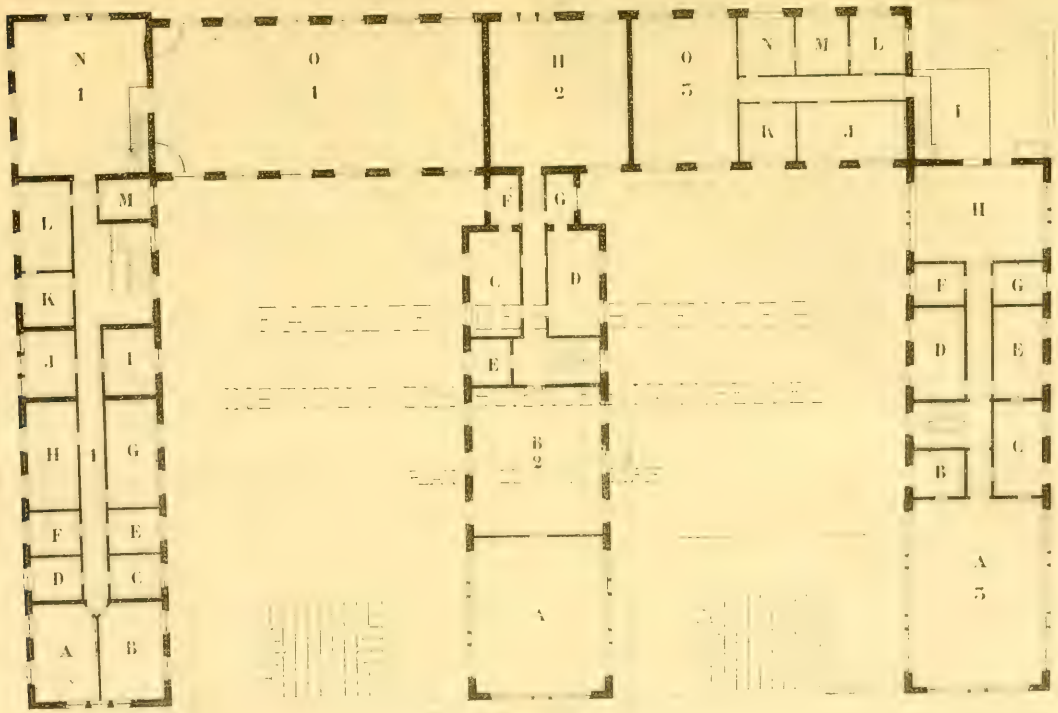


Fig. 14. — *Institut des Sciences naturelles.* — *Plan du premier étage.* — 1. *Géologie.* — A, salle de la Société géologique. — B, salle de conférences. — C, cabinet du professeur adjoint. — D, laboratoire d'analyses. — E, appareils de physique. — F, salle de cartes. — G, salle de recherches des élèves. — H, [illegible]. — I, K, L, service du professeur-directeur. — M, bibliothèque. — N, O, collections. — 2. *Zoologie.* — A, salle de recherches. — B, travaux pratiques des [illegible]. — E, préparateur. — C, F, service du maître de conférences. — D, G, service du professeur. — H, collections. — 3. *Botanique.* — A, travaux pratiques. — B, [illegible]. — C, cabinet du préparateur. — D, atelier. — E, cabinet du professeur. — G, cabinet du préparateur adjoint. — H, salle de photographie. — [illegible]. — J, salle de recherches du directeur. — K, cabinet du maître de conférences. — L, microphotographie. — M, [illegible]. — N, O, collections.

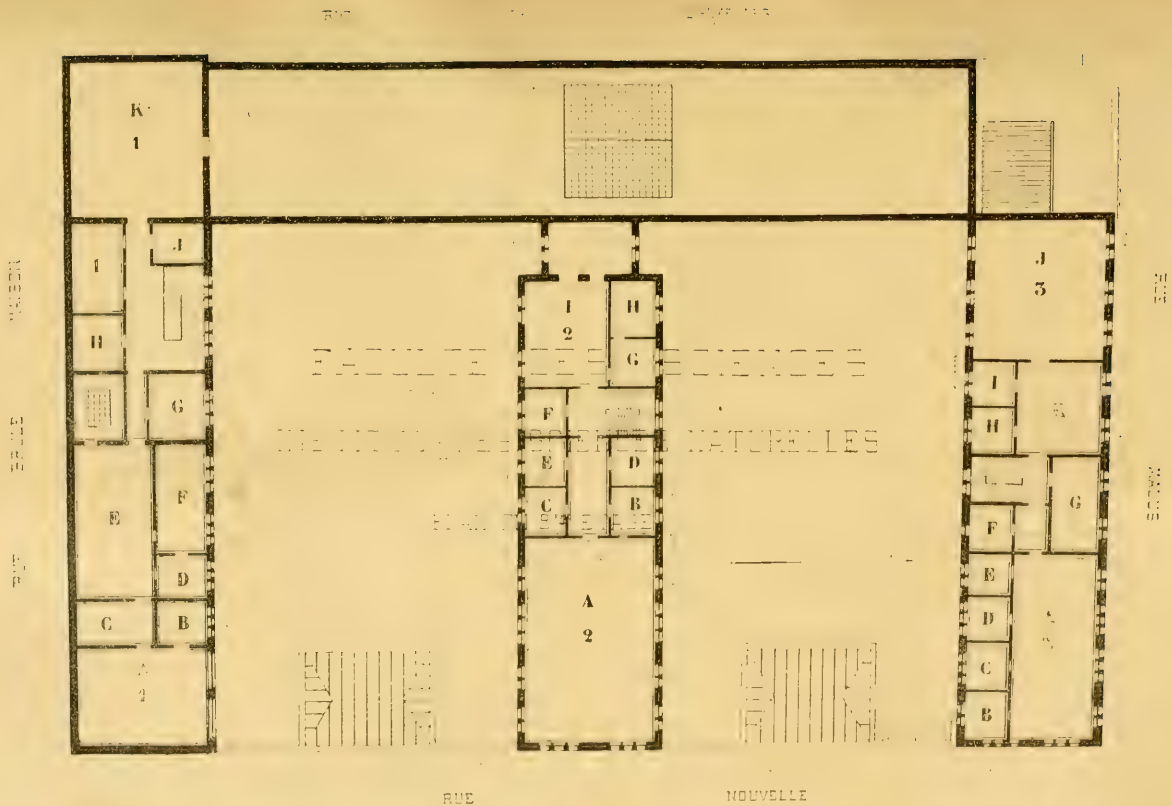


Fig. 15. — *Institut des Sciences naturelles. — Plan du deuxième étage.* — 1. *Géologie.* — Laboratoires de photographie. — Verrerie. — Dépôt. — 2. *Zoologie.* — A, B, C, D, E, service des médecins de l'année. — G, H, photographie. — I, verrerie. — 3. *Botanique.* — A, salle de travaux pratiques (médecins). — — B, cabinet du chef de travaux. — C, D, verrerie, instruments de physique. — E, F, G, R, photographie.

salles sont consacrées l'une aux minéraux, l'autre aux fossiles, dont les collections sont fort riches, particulièrement celles qui se rapportent à la région du Nord.

Le laboratoire des recherches de Géologie est le seul laboratoire des Facultés de Lille qui se rattache à l'École des Hautes Études.

Dans le service de la Zoologie, il faut surtout signaler au premier étage la grande salle des travaux pratiques (fig. 13), entièrement vitrée sur trois de ses faces; la lumière, qui arrive ainsi de tous côtés, rend particulièrement faciles les observations microscopiques dans une ville où le ciel est souvent brumeux.

Un aquarium, maintenu à température constante par un thermo-siphon, possède des circulations d'eau douce et d'eau de mer; il permet, avec la grenouillière et le chenil qui l'avoisinent, de fournir aux professeurs et aux étudiants les animaux de toute espèce nécessaires à leurs recherches ou à leurs études. En outre, les laboratoires sont largement dotés de tous les appareils modernes nécessaires à la microchimie; les élèves peuvent ainsi s'initier facilement à tous les procédés de recherches les plus récents.

La Zoologie dispose, pour son enseignement, du Musée zoologique de la ville, installé au rez-de-chaussée, dans la façade ouest de l'Institut, où se trouve une entrée principale donnant accès au public, admis à le visiter le dimanche et le jeudi.

Au service de la Zoologie se rattache le laboratoire maritime du Portel, près Boulogne, fondé par M. le Pr Hallez ; bien que l'installation n'en soit encore que provisoire, il possède déjà un matériel scientifique et un matériel de pêche assez complets. Chaque année, pendant la saison, de nombreux savants français et étrangers viennent y poursuivre leurs recherches. Il est question de l'agrandir et de le transporter dans un ancien fortin déclassé, que le Génie céderait au Ministère de l'Instruction publique.

Le laboratoire de Botanique a une entrée particulière dans la rue Malus. Au rez-de-chaussée sont les salles de cours et les herbiers ; au premier étage la partie orientale est consacrée à l'enseignement de la licence, la partie ouest est occupée par les laboratoires de recherches. Le second étage est affecté aux travaux pratiques du certificat et aux travaux photographiques.

La grande salle des travaux pratiques de la licence, semblable à celle de la Zoologie, peut recevoir 22 élèves admis à travailler en tout temps ; elle contient, en outre, la collection des pièces anatomiques destinées aux travaux pratiques des élèves et des meubles où sont exposés chaque semaine les objets de démonstration.

L'une des salles d'herbiers est occupée par l'herbier général, l'autre renferme les herbiers particuliers, parmi lesquels il convient de citer l'herbier de Lestiboudois. Le professeur dispose, en outre, de l'herbier de Cussac et de l'herbier phanérogamique de Desmazières, conservés au Musée municipal.

La grande salle des collections contient les pièces anatomiques et les objets d'étude conservés dans l'alcool, la collection des germinations, une collection très étendue d'empreintes végétales, des collections de fossiles végétaux à structure conservée [1]. Une autre salle renferme une collection de charbons formés par des accumulations d'algues. Quelques laboratoires sont réservés à la microphotographie, à la physiologie, etc.

Le service de la Botanique n'a pas de jardin ; mais ses cultures peuvent être faites au Jardin botanique municipal, situé dans une autre partie de la ville, à trois kilomètres du laboratoire. Ce Jardin botanique, complètement indépendant de l'Université, ne donne qu'imparfaitement satisfaction aux desiderata du laboratoire; il y a là une situation qui sera certainement modifiée à bref délai. Vu l'éloignement du Jardin botanique et la grande difficulté d'y installer des expériences physiologiques de quelque durée, les travaux du laboratoire sont surtout dirigés vers l'anatomie et la paléontologie végétales.

IV. — Ensemble des services.

La Faculté des Sciences de Lille (non compris les Mathématiques) occupe ainsi à elle seule une superficie de 15.000 mètres, c'est-à-dire les trois quarts de l'espace dont dispose la nouvelle Sorbonne pour les Facultés des Lettres et des Sciences, l'École des Chartes, la Bibliothèque universitaire et l'Administration académique. Tous les services possèdent de vastes laboratoires satisfaisant aux meilleures conditions d'hygiène, et la plupart d'entre eux sont, dès maintenant, pourvus d'un mobilier et d'un matériel scientifiques répondant aux méthodes de recherches les plus récentes et les plus précises.

Par son enseignement et ses laboratoires de recherches, la Faculté assure la préparation au certificat d'études des sciences physiques, chimiques et naturelles, aux grades universitaires (licence et doctorat) et au concours de l'agrégation. En outre, la chaire de Chimie appliquée, avec ses cours appropriés aux besoins industriels et agricoles du pays, et ses laboratoires spéciaux, permet aux futurs ingénieurs de recevoir une éducation tech-

[1] Toutes les collections existantes au laboratoire ont été rassemblées par le Professeur M. Bertrand.

nique aussi large que possible; les étudiants en Chimie appliquée sont admis à la Faculté sans aucun diplôme; ils peuvent se consacrer uniquement aux études chimiques relevant d'une industrie spéciale, mais ils sont assujettis, dans tous les cas, à une assiduité régulière au laboratoire. L'enseignement pratique vient d'être augmenté, cette année, d'un cours de Physique industrielle; les succès qui en ont marqué les débuts, montrent que cette création correspondait à un besoin réel, et font espérer que ce cours public sera transformé bientôt en chaire de Physique appliquée.

Peut-être quelques lecteurs accuseront-ils l'Etat et la Ville de Lille d'avoir fait trop grand, et se demanderont-ils avec anxiété quels sont les étudiants qui vont peupler ces vastes laboratoires! Qu'ils se rassurent : leurs craintes ne sont pas fondées. La ville de Lille compte actuellement deux cents étudiants en sciences qui assurent, dès maintenant, à la Faculté un recrutement suffisant; mais ce chiffre n'est qu'un minimum et est destiné à s'accroître constamment. Une fraction assez importante des étudiants du ressort de l'Académie quittent la région après les examens du baccalauréat pour continuer leurs études à Paris; avec nos tendances actuelles de décentralisation, les futurs étudiants du Nord apprendront peu à peu à oublier le chemin de la capitale et à rester à Lille, où la Faculté pourra, désormais, leur fournir, aussi bien que la Sorbonne, les matériaux nécessaires à leurs études et à leurs travaux. D'autre part, on peut dire que, jusqu'à ces dernières années, il y avait en France une scission presque complète entre l'enseignement théorique et l'enseignement pratique; les écoles professionnelles négligent, en effet, leur éducation scientifique générale, tandis que les grandes écoles ne consacrent qu'un temps beaucoup trop restreint aux travaux du laboratoire. Les Facultés des Sciences, avec leur organisation actuelle, peuvent donner une part égale à la théorie et à la pratique; elles suppriment ainsi cette scission préjudiciable aux intérêts généraux de la science, et se créent, du même coup, un privilège qui leur assure un avenir certain. Au milieu de la région industrielle et agricole la plus productive de la France, cette situation privilégiée doit donner des résultats particulièrement heureux. Les industriels connaissent par expérience le rôle de plus en plus prépondérant de la Science dans l'Industrie; ils se trouveront amenés naturellement à prendre le chemin de nos Instituts, dont les portes leur sont maintenant largement ouvertes.

Si l'industrie allemande est aujourd'hui sans rivale dans le domaine des matières organiques, c'est que ses chefs se sont formés dans les laboratoires des Universités allemandes, et qu'ils ont tous collaboré à quelque recherche originale avant de pénétrer dans leur usine. Cette supériorité tient d'ailleurs beaucoup plus à l'admirable organisation scientifique allemande qu'à la valeur incontestée des maîtres qu'elle possède.

La grande industrie chimique continue à vivre chez nous; mais les industries récentes, comme celles des matières colorantes, ne se développent qu'avec peine, et, cependant, les maîtres ne manquent pas en France. Les idées originales introduites en Chimie, dans ces dernières années, ont presque toutes germé sur le sol français : la stéréochimie a été conçue par Le Bel, en même temps que par Van t'Hoff. Les recherches expérimentales de Raoult sur les abaissements des points de congélation ont été le point de départ de la Physicochimie. Moissan a ouvert des horizons nouveaux en créant la Chimie des hautes. températures; Berthelot vient de montrer en Physiologie végétale le rôle important de l'azote, considéré jusqu'ici comme un élément inactif, etc...; mais si ces idées fécondes sont nées en France, c'est surtout en Allemagne que les premières d'entre elles ont reçu leur plein développement. On devine aisément quelle serait la production française et quel bénéfice matériel il en résulterait pour le pays si les savants français, au lieu d'être entourés seulement de quelques élèves, se trouvaient fortement encadrés par une pléiade de jeunes chimistes, recevant l'inspiration du maître, et destinés à porter ensuite dans l'industrie la méthode et l'esprit scientifiques acquis sous sa direction.

La création des Instituts de Lille marque une phase importante dans le développement de notre outillage scientifique; à ce point de vue il était intéressant de la signaler à l'attention des savants et de tous les amis de la Science.

C. Matignon,

Maître de Conférences de Chimie
à la Faculté des Sciences de Lille.

Remarque. — Tout en applaudissant à la création de ces beaux laboratoires, nous ne pouvons nous empêcher d'exprimer un regret : celui de ne pas trouver, à côté des nouveaux Instituts de Lille, un Institut de Mécanique, comme il y en a tant en Angleterre, pourvu d'ateliers de dessin et de construction et surtout destiné à l'étude expérimentale des machines. Un grand laboratoire de cette sorte serait particulièrement bien placé au centre même d'une région où l'exploitation minière, la grande construction mécanique, la filature et le tissage requièrent tout un personnel d'ingénieurs versés dans la connaissance pratique des machines. Un tel Institut produirait, sans aucun doute, des élèves aptes à *perfectionner* ultérieurement l'outillage industriel.

La Direction.

LA DIGESTION TRYPTIQUE DES ALBUMINES

ET LA SÉCRÉTION INTERNE DE LA RATE

Dans un précédent article, nous avons étudié la digestion peptique des albumines [1]; or, l'estomac est loin d'être le seul organe où se digèrent les aliments protéiques; il s'en peptonise à peu près autant dans le duodénum, grâce surtout au suc pancréatique. Quelques savants vont même jusqu'à conférer au duodénum le premier rôle dans la digestion de cette catégorie d'aliments, et jusqu'à réduire celui de l'estomac à la simple désinfection des *ingesta*, grâce aux propriétés microbicides du suc gastrique.

Ils invoquent en faveur de leur manière de voir les quelques expériences où l'on a réussi à extirper la presque totalité de l'estomac, à réunir le cardia au pylore (la partie la moins active de ce viscère) et à conserver les animaux en vie; ou bien celles où l'on a pu nourrir les animaux en injectant les aliments dans le duodénum au moyen d'une sonde, introduite par une fistule stomacale, en bouchant ensuite le pylore au moyen d'un petit ballon de caoutchouc. Mais, chose curieuse, jamais on ne fait suivre ces faits de ceux qui prouvent que l'inverse est également possible, c'est-à-dire que les animaux peuvent vivre aussi *sans pancréas;* sans parler des anciennes expériences, qui consistent à faire dégénérer ce viscère en l'injectant de 25 ou 30 cc. de paraffine, par son conduit excréteur, ni des cas où il est complètement désorganisé par un processus pathologique, tuberculeux ou cancéreux, — on a, dans ces derniers temps, réussi, dans un grand nombre de cas, à l'*extirper* complètement; sans doute les animaux ne vivent pas longtemps, mais ils meurent de la dénutrition qui accompagne la cachexie diabétique et non d'*inanition;* d'ailleurs, dans les expériences de M. Hédon, la moitié du pancréas étant extirpée et l'autre transplantée dans le tissu cellulaire sous-cutané des parois abdominales, de façon à déverser sa sécrétion au dehors, aucune participation du suc pancréatique à la digestion n'est plus possible, et cependant ces animaux vivent et se portent bien, et ne deviennent diabétiques que lorsqu'on enlève la « greffe pancréatique ».

Le pouvoir digérant du suc propre du duodénum et de l'intestin grêle est trop insignifiant pour qu'on songe à lui attribuer la peptonisation d'une quantité suffisante d'albumines: c'est donc bien dans l'estomac qu'elle a lieu.

Il s'ensuit que la digestion stomacale et la digestion duodénale peuvent chacune, à la rigueur, suffire aux besoins de l'organisme, et font à peu près autant l'une que l'autre.

I

Les faits fondamentaux relativement à la peptonisation de l'albumine par la « *pancréatine* », comme on s'exprimait il y a une trentaine d'années, ont été constatés par Corvisart, Schiff et Meissner. Ces savants ont eu recours soit à des expériences sur le suc naturel du pancréas, soit à l'étude des propriétés protéolytiques d'infusions pancréatiques.

Les expériences sur les animaux vivants (presque toujours des chiens ou des chats) ont été pratiquées de trois manières différentes :

1° En établissant des fistules *pancréatiques* (canule très mince, fixée dans le conduit excréteur), afin de recueillir directement le suc sécrété par la glande et d'opérer avec ce suc des digestions « artificielles »: cette méthode est incertaine, à cause de l'extrême délicatesse de l'organe, qui cesse bientôt de fournir un suc normal; cependant, dans les cas où son application a bien réussi, elle a donné des résultats identiques aux deux autres.

2° En pratiquant des fistules *duodénales*, analogues aux fistules stomacales dans le but d'étudier la marche de la digestion de petits cubes d'albumine coagulée dans le duodénum vivant et normal; il faut pour cela les enfermer dans de petits sachets *en membrane fibreuse*, qui a la propriété de résister au suc pancréatique, sans en empêcher la pénétration; on a ainsi la certitude que l'albumine a bien été digérée par ce suc et non par le suc gastrique qui aurait dissous les sachets. La présence de la canule ne trouble en rien la santé des animaux.

3° En emprisonnant le duodénum, après y avoir introduit une quantité mesurée d'albumine cuite, entre deux ligatures, dont l'une est placée sous l'anneau pylorique, et l'autre à la limite du jejunum; le suc pancréatique se déverse ainsi librement dans cette espèce de récipient vivant dont on peut, si l'on veut, exclure la bile, ce qui n'exerce d'ailleurs pas de grande influence sur la digestion de l'albumine. Ce procédé oblige de sacrifier au bout de quelques heures les animaux qui ne sauraient survivre, afin de constater la quantité d'al-

[1] N° du 15 septembre 1894.

bumine dissoute pendant le laps de temps qui s'est écoulé depuis l'opération.

Il est vrai qu'avec les deux dernières méthodes, une partie de l'albumine est digérée par le suc propre du duodénum; mais ce suc à lui seul n'en digère que fort peu et une dose très constante, tandis que des quantités digérées par le suc pancréatique sont très considérables et que son pouvoir digérant varie énormément selon les conditions de l'expérience. On peut, du reste, se débarrasser de la sécrétion duodénale en pétrissant fortement entre les doigts le duodénum, de façon à produire une ecchymose sous-muqueuse étendue, qui met ses éléments glandulaires hors d'activité; mais cela n'a point de grande utilité.

Voici les résultats fournis par l'ensemble de ces premières recherches :

Corvisart observa que, chez les chiens en pleine digestion, le pouvoir digérant du suc pancréatique *augmente* pendant quelques temps, pour *diminuer* ensuite; le maximum coïncide avec la huitième heure après le repas, le minimum est atteint entre la treizième et la quinzième heure.

Meissner trouva que, chez les animaux à jeun, le pancréas ne possède aucun pouvoir peptonisant.

Schiff fit une nombreuse série d'expériences et constata qu'à jeun les pancréas de rats, de cobayes, de lapins, de chats et des chiens jeunes ou de petite taille, ne possède, en effet, aucun pouvoir peptonisant : l'albumine emprisonnée dans le duodénum y reste des heures entières sans se dissoudre, l'infusion du pancréas ne digère point et se putréfie très rapidement; au contraire, chez les corbeaux et chez les chiens adultes et de grande taille, le pancréas conserve un certain pouvoir digérant, même si les animaux sont à l'état de jeûne complet, après avoir digéré la veille un repas copieux; dans ces conditions, l'infusion pancréatique d'un gros chien peut digérer 10 à 12 grammes d'albumine. Cet état se maintient chez les chiens jusque vers la quatrième heure après le repas, et c'est alors seulement que le ferment protéolytique se manifeste s'il n'y en avait point, ou devient rapidement abondant s'il y en avait une faible quantité; pour les chiens et pour les chats, les périodes du maximum et du minimum fixées par Corvisart sont exactes; chez les lapins et les cobayes, la diminution commence plus tard, vers la onzième heure après le repas, tandis, que chez les rats, elle commence plus tôt[1]. Au moment du maximum, l'infusion pancréatique d'un gros chien peut digérer jusqu'à 50 ou 60 grammes d'albumine.

Il résulte, en somme, de ces premières recherches que le pouvoir peptonisant du suc ou de l'infusion pancréatique n'est pas continu, mais intermittent, qu'il apparaît régulièrement pendant le culmen de la digestion stomacale et que, lorsqu'il est présent, il est très considérable.

A cette époque l'eau de fontaine et l'eau distillée étaient malheureusement les seuls véhicules dont on se servit pour les infusions pancréatiques; or ces infusions aqueuses se putréfient avec une grande facilité, souvent avant d'avoir achevé la digestion, ou même avant de l'avoir commencée; elles entrent en putréfaction d'autant plus vite qu'elles sont peu actives; celles qui ont un pouvoir digérant considérable se maintiennent beaucoup plus longtemps et digèrent une grande quantité d'albumine avant de donner les premiers signes de putréfaction. La même chose a été constatée en 1866, par le Professeur Albini, de Naples, pour le suc pancréatique naturel[1]. Néanmoins, un certain nombre de physiologistes qui ont répété les expériences des trois auteurs cités plus haut, — évidemment sans suivre toutes leurs prescriptions, — n'ont eu très souvent que des digestions nulles ou insignifiantes et de rapides putréfactions; quelques-uns d'entre eux ont même soutenu que le pancréas ne fournissait aucun ferment protéolytique et que leurs prédécesseurs avaient pris la putréfaction pour la digestion. Il y a 25 ans, j'ai dû entrer en lice encore une fois pour défendre la réalité de la peptonisation pancréatique; depuis l'adoption du véhicule de v. Wittich et du mien (l'acide borique à 4 à 5 %), qui excluent complètement la putréfaction, sans empêcher la digestion, cette question est devenue oiseuse; si quelqu'un s'intéressait à cette phase historique de nos connaissances sur la digestion pancréatique des albumines, je le renverrais à mon article publié en 1869, à Florence[2]. L'emploi de la glycérine comme véhicule des infusions pancréatiques n'a pas définitivement tranché la question de la digestion copieuse de l'albumine par ces infusions. En 1879, Lussana y revint dans son Manuel de Physiologie; tout en reconnaissant que le suc pancréatique est le suc digérant par excellence, puisqu'il saccharifie les amidons, émulsionne les graisses et peptonise les albumines, l'auteur, sans tenir compte des infusions glycériques, soutient encore la thèse de la putréfaction (pour les infusions aqueuses, sans doute), et fait, en outre, les deux restrictions suivantes :

1° Le réactif de Millon (nitrate nitreux de mercure), dont on se servait presque exclusivement

[1] V. Schiff, Ueber die Function der Milz. *Archiv. für Heilkunde*, 1862.

[1] *Rendiconto d. R. Academia d. Sc. Fis. e Nat. di Napoli* 1866.

[2] A. Herzen, Digestione dell' Albumina, etc. *Imparziale*, Giornale medico. Firenze. 1869.

alors pour démontrer la présence des corps albumineux dans un liquide, donne, avec l'infusion pancréatique elle-même, la réaction caractéristique;

2° La glycérine à elle seule dissout une partie de l'albumine coagulée, que l'on croit avoir été digérée par le suc pancréatique.

Dans un travail publié la même année à Rome, j'ai répondu à la première de ces restrictions qu'il était bien facile de distinguer la faible réaction offerte par l'infusion elle-même de la réaction énorme qui se produit lorsqu'elle a digéré de l'albumine; quant à la seconde, j'ai entrepris une série d'expériences pour la contrôler; on sait que des cubes d'albumine coagulée se conservent indéfiniment dans la glycérine; si celle-ci est concentrée, ils se durcissent et se racornissent; si elle est diluée d'une ou deux fois son volume d'eau, ils conservent pendant des mois entiers leur aspect, leur forme et leur volume initiaux; il paraît donc que la glycérine ne les dissout pas; cependant, décantée et traitée par le réactif en question, elle donne indubitablement la réaction caractéristique des corps albumineux en dissolution; l'albumine coagulée contient donc un tel corps et l'abandonne à la glycérine. J'ai trouvé que l'eau a également la propriété d'en extraire ce corps et qu'une fois qu'il a été extrait par l'eau, l'albumine ne cède plus rien à la glycérine [1]. Il est bon, sans nul doute, dans des expériences quantitatives délicates, de commencer par laver ainsi l'albumine avant de s'en servir; mais je ne crois pas que cette précaution soit nécessaire dans des expériences comparatives, où il s'agit de différences massives : de l'absence plus ou moins totale de digestion, ou de la digestion de 10 à 20 ou de 20 à 40 grammes d'albumine, et quelquefois de 40 à 60 grammes.

Depuis, j'ai néanmoins répété les expériences de Corvisart, de Schiff et de Meissner, avec de l'albumine « lavée », et elles m'ont donné exactement les mêmes résultats qu'avec l'albumine coagulée telle quelle; j'ai donc abandonné le lavage préalable de l'albumine, comme étant superflu.

Aujourd'hui, la présence et l'abondance, dans les infusions pancréatiques, d'un puissant ferment protéolytique, du moins pendant la période digestive indiquée plus haut, ne fait plus aucun doute.

Ce ferment est actuellement désigné par le mot de *trypsine*, et l'on appelle quelquefois les produits finaux de la transformation tryptique des albumines *tryptones*, pour les distinguer des *peptones* qui résultent de la digestion peptique des albumines: peptones et tryptones ne sont pas tout à fait identiques. La trypsine se distingue de la pepsine par les caractères fonctionnels suivants :

Elle est active dans un milieu neutre ou même légèrement alcalin; une très faible acidité (1 pour 1.000 d'HCl) n'empêche pas son activité; mais, pour peu qu'elle augmente, elle l'enraie de plus en plus et finit par l'arrêter; le mélange neutralisé reprend son activité. La trypsine ne supporte pas les degrés énormes de dilution qui sont favorables à l'activité de la pepsine et ne digère rapidement et copieusement qu'à la condition d'être relativement très concentrée; en infusant un pancréas dans 20 à 40 fois son volume de véhicule, l'on a à peu près la concentration la plus favorable. On se souvient que Schiff a démontré que, dans des expériences convenablement conduites, la quantité d'albumine digérée est proportionnelle à la dose de pepsine présente et que la pepsine se détruit en digérant; je ne sache pas que pareille constatation ait été faite par rapport à la trypsine.

II

Nous avons vu que la trypsine apparaît en quantité notable 4 heures environ après le repas; il semblerait qu'un changement visible dût se passer dans le pancréas au moment où il devient le siège de cette nouvelle activité; lorsqu'une glande entre en fonction, elle se congestionne; or le pancréas, pâle et anémique avant le repas, rougit et se congestionne bientôt après; il fournit alors un suc abondant, mais ce suc ne contient que deux de ses ferments, celui qui saccharifie les amidons et celui qui émulsionne la graisse, et ne contient pas le troisième; au contraire, lorsque la trypsine y apparaît, on ne constate dans la glande aucun changement appréciable. Un changement correspondant se passerait-il ailleurs, dans un autre viscère?

Les anciens savaient déjà que la rate est tantôt petite, contractée et anémique, tantôt turgescente, beaucoup plus volumineuse et pleine de sang; ils soupçonnaient vaguement un rapport entre cette congestion splénique, qui coïncide avec le culmen de la digestion, et la digestion elle-même; mais ils pensaient que la rate contribue à la formation du suc gastrique; ils savaient, cependant, que l'extirpation de la rate n'exerce aucune influence sur la santé générale.

Cuvier, en se basant sur des considérations d'anatomie comparée, a exprimé l'opinion que la rate pourrait bien contribuer à la formation du suc pancréatique, mais il ne donne aucune preuve à l'appui.

Hâtons-nous d'en venir aux faits positifs. J'emprunte au grand travail de Schiff les données bibliographiques suivantes :

[1] V. pour les détails : Herzen, *La glicerina e la digestione pancreatica*. Trans. della Reale Accademia dei Lincei. Roma, 1879.

Leuret et Lassaigne, en 1825, ont constaté que la rate commence à se congestionner au moment où l'estomac déverse abondamment son chyme dans le duodénum et où les chylifères se remplissent. La coïncidence est bien réelle, mais il n'y a aucun rapport de causalité entre ces deux faits : si on lie le pylore bientôt après le repas, la rate se congestionne quand même plus tard.

Dobson, en 1847, a constaté que, chez le chien, 3 heures après le repas, la rate est encore aussi petite et aussi anémique que pendant le jeûne; qu'elle commence à se dilater pendant la 4e heure après le repas; que 5 heures après le repas elle atteint sa turgescence maximale; qu'elle diminue ensuite à partir de la 7e heure et atteint vers la 12e heure son volume minimum.

Landis, en 1847, a établi que, chez le lapin, le poids de la rate, relativement à celui du corps, est le même 2 heures après le repas qu'après 48 heures de jeûne; qu'il augmente considérablement dès la 5e heure et reste très élevé jusqu'à la 12e heure.

En 1855, Schönfeld, sous la direction de Van Deen, a comparé le poids de la rate à celui du corps chez six lapins jeûnants et digérants du même âge. Voici (tableau I) ce qu'il a trouvé :

Tableau I.

HEURES APRÈS LE REPAS	POIDS DE LA RATE	RAPPORT AU POIDS DU CORPS
0	3	1 à 2.180
2	4	1 à 1.137
5	6 3 4	1 à 738
8	5	1 à 996
12	3	1 à 1.062
24	2 1 2	1 à 2.140

La coïncidence de ces différentes observations sur le volume et sur le poids de la rate chez le chien et chez le lapin, avec les résultats des expériences de Schiff sur la présence de la trypsine dans le pancréas, est de toute évidence.

Plusieurs autres observations ont confirmé ces faits. Dittmar et Vogel, en 1850, ont étudié à ce point de vue les changements de volume de la rate chez l'homme, au moyen de la percussion; ils ont trouvé qu'elle commence à gonfler 4 heures après le repas, atteint environ 2 heures plus tard son volume maximum et diminue ensuite peu à peu, pour revenir au minimum.

Dans les nombreuses expériences que j'ai faites plus tard (depuis 1877) sur des chiens, j'ai observé quelques irrégularités dans l'apparition de la dilatation splénique : non pas qu'elle se produise jamais en dehors de la période digestive avec laquelle elle coïncide habituellement, mais elle manque quelquefois, au moment où elle devrait être très prononcée; j'ignore si, dans ces cas, une congestion faible et fugace s'était produite plus tôt ou si, au contraire, le phénomène se serait produit plus tard; il m'a semblé qu'il faisait défaut lorsque l'animal sacrifié au moment le plus favorable, à une forte congestion de la rate (7e heure après le repas), n'avait pas jeûné assez longtemps avant de recevoir le dernier repas. J'ai prié M. le Dr Weith, de Lausanne, alors interne à l'hôpital cantonal (1882), de faire à ce sujet quelques observations sur les convalescents; il semble résulter de ces observations que, lorsque le premier déjeuner du matin est très copieux, la rate est gonflée vers midi, heure du dîner, et que, au contraire, si le premier repas est très léger, la rate ne gonfle que vers 4 heures, après le second; on dirait qu'après avoir une fois fonctionné, elle a besoin d'un certain temps pour pouvoir fonctionner de nouveau, et que, pour la mettre en activité, il faut que le repas ait une certaine importance.

Le synchronisme frappant qui existe entre la congestion de la rate et la présence de la trypsine dans le suc ou dans l'infusion pancréatiques a poussé Schiff à répéter toutes ses expériences précédentes, relativement à la digestion tryptique des albumines, sur des animaux dont la rate avait été extirpée depuis longtemps, ou chez lesquels elle était empêchée de se dilater par la ligature de son hile, faite au moment même de l'expérience. Toutes les méthodes précédemment employées ont été mises en œuvre de nouveau chez un très grand nombre de chiens et de chats; presque toutes les expériences ont été *doubles*, c'est-à-dire exécutées en même temps et de la même manière sur deux animaux, choisis aussi semblables que possible, et dont l'un seulement avait la rate extirpée ou liée. Pour tous les détails, je renvoie au travail original de Schiff cité plus haut; je ne puis donner ici que quelques exemples typiques de ces différentes expériences :

I. — Infusions.

1° *Ligature du hile splénique.* — Deux chats, à jeun depuis 19 heures, reçoivent de la viande à discrétion; une heure après le repas, ils sont éthérisés, la rate, contractée, est sortie de l'abdomen; son hile est entouré d'un fil solide; chez l'un des animaux on lie fortement le hile; chez l'autre on ne serre pas le nœud, de façon à laisser la circulation splénique parfaitement libre; les deux rates sont replacées dans la cavité abdominale et la plaie est suturée. Remis de l'éthérisation, les animaux n'ont pas l'air souffrant. Ils sont sacrifiés 6 heures plus tard; la digestion stomacale est plus

avancée chez celui dont les vaisseaux spléniques sont liés; les deux pancréas, découpés en menus fragments, sont infusés chacun dans 100 centimètres cubes d'eau et tenus pendant une heure à l'étuve à 35°; ensuite on décante cette eau et on la remet à l'étuve avec des cubes d'albumine. Résultat : en 7 heures l'infusion provenant du chat sans ligature digère 17 grammes d'albumine; l'autre *ne digère rien*, même au bout de 12 heures[1].

Un grand nombre d'expériences semblables ont été pratiquées sur des chats et surtout sur des chiens; elles ont toujours donné le même résultat. Mais, malgré la perfection de la digestion stomacale, on pourrait, dans ce cas, accuser le traumatisme de l'absence de la digestion duodénale; il fallait donc répéter ainsi ces expériences :

2° *Extirpation de la rate.* Deux chiens, dont l'un a subi un mois auparavant la splénectomie et se trouve en parfaite santé, sont opérés de la manière suivante, à jeun: éthérisation, ligature du pylore, injection de 50 grammes de peptone et 2 grammes de dextrine dans l'estomac par l'œsophage mis à nu et ouvert; ligature de l'œsophage, en aval de l'ouverture (pour l'écoulement de la salive déglutie). Les deux animaux sont sacrifiés au bout de 5 heures; chaque pancréas est infusé dans 100 grammes d'eau pendant 3/4 d'heure, à l'étuve à 35°; bien que la mort soit survenue avant le moment le plus favorable, l'infusion provenant du chien avec rate digère en 12 heures 17 grammes d'albumine: celle du chien sans rate *ne digère rien* en 18 heures.

Les nombreuses expériences faites de cette manière ont toujours donné le même résultat; le chien sans rate avait souvent subi la splénectomie plusieurs mois avant l'expérience; on a toujours eu soin de constater sa parfaite santé.

2. — Digestion dans le duodénum.

1° *Ligature du duodénum à ses deux bouts.* — Deux chiens, à jeun depuis 17 heures, reçoivent de la viande à discrétion, et sont, immédiatement après le repas, opérés de la manière suivante : éthérisation, laparotomie, ligature du pylore et du conduit biliaire, introduction de 30 à 40 cc. d'albumine dans le duodénum (après la production d'une ecchymose sous-muqueuse très étendue), ligature à la limite du jejunum; plus, chez l'un des deux animaux, ligature du hile splénique. Sacrifiés 7 heures plus tard; dans le duodénum du chien à rate liée, l'albumine est intacte; elle a disparu dans celui de l'animal témoin.

Des expériences de ce genre ont souvent été répétées, habituellement sur des animaux qui avaient depuis longtemps subi la splénectomie; le résultat a toujours été le même.

Il est clair qu'on peut combiner les expériences de ce type avec celles du précédent; on n'a qu'à faire l'infusion du pancréas dès qu'on a sacrifié les animaux. Ces infusions ont toujours donné un résultat concordant avec celui que fournissait le duodénum; celles qui provenaient des animaux témoins ont digéré les doses habituelles d'albumine; les autres rien. On se souvient que, chez les chiens normaux de grande taille, Schiff a trouvé, *même à jeun*, une petite quantité de trypsine; chez les gros chiens dératés, il n'en a jamais trouvé.

2° *Digestions dans le duodénum normal muni de fistule.*

Comme il s'agit ici d'innombrables observations poursuivies pendant des semaines et des mois entiers sur les animaux porteurs de fistule duodénale, d'abord *avant* la splénectomie, et puis *après* cette opération, je préfère donner en peu de mots la manière de procéder qui fournit les meilleurs résultats, plutôt que de citer un exemple concret.

Après avoir établi chez un chien une fistule duodénale et avoir attendu que l'animal soit complètement revenu à l'état normal, on introduit tous les jours dans son duodénum une quantité mesurée d'albumine, toujours la même, renfermée dans un petit sachet de membrane fibreuse, fixé à la canule par un fil de quelques centimètres, et l'on observe le temps que met cette dose d'albumine à se digérer. On arrive ainsi à établir que, lorsque l'animal est à jeun, elle met, par exemple, 5 à 6 heures à se dissoudre; si les deux ou trois dernières heures tombent sur celles qui suivent immédiatement l'ingestion du repas, rien n'est changé; mais, si on introduit l'albumine 4 heures après le repas, elle disparaît beaucoup plus vite, en la moitié du temps environ. Cela étant dûment constaté par un grand nombre d'observations, on extirpe la rate, et, après guérison complète, on recommence les expériences: on trouve alors que le temps employé pour la dissolution de l'albumine est toujours de 5 à 6 heures, que l'animal soit à jeun ou en pleine digestion; l'accélération que l'on avait auparavant après la 4e heure de la digestion stomacale, et qui coïncidait avec l'apparition de la trypsine dans le suc et dans l'infusion pancréatiques et avec la dilatation de la rate, manque à présent. La digestion *lente* de l'albumine est sans doute due à l'action du suc propre de la muqueuse duodénale, tandis que sa digestion *rapide* est due à la trypsine du suc pancréatique; celle-ci ne se produit pas lorsque la rate manque.

Toute cette longue recherche, dont, je le répète, je n'ai cité que quelques exemples, conduit forcé-

[1] Les infusions trouvées inactives ont été quelquefois légèrement acidulées avec de l'acide acétique pour pouvoir les observer [illegible] retardant la putréfaction.

ment à la constatation du fait que, lorsque la rate est extirpée ou lorsqu'elle est empêchée de se dilater par la ligature de son hile (et j'ajouterai encore: lorsque, spontanément, pour une raison quelconque, elle n'entre pas en congestion), la trypsine fait défaut dans le suc et dans l'infusion pancréatiques pendant la phase digestive, pendant laquelle elle s'y trouve chez l'animal normal. En d'autres termes, la conclusion forcée que ce fait impose, c'est que non seulement la présence de la rate, mais sa congestion est nécessaire à la formation de la trypsine. Le pancréas d'animaux privés de leur rate se comporte toujours (même en pleine digestion) comme celui d'animaux normaux à l'état de jeûne.

III

Tel est le fait. Quant à l'explication, celle que Schiff en a donnée, il y a plus de trente ans, ne pouvait être que très semblable à sa théorie de la peptogénie; l'état des connaissances acquises à cette époque n'en permettait point d'autre; pour la formation de la pepsine, Schiff avait conclu que les glandules de la muqueuse stomacale ont besoin, pour la produire, de certaines substances qui ne se trouvent pas toujours dans le sang, qui y manquent à l'état de jeûne et qui lui sont fournies soit par les aliments, soit par les produits de la digestion. Pour la formation de la trypsine, il conclut que le pancréas la produit *aux dépens d'une partie des substances peptogènes;* mais cette partie doit ou bien subir dans la rate (pendant sa congestion) une modification préalable, afin de pouvoir être utilisée par le pancréas, ou bien être modifiée dans le pancréas lui-même, sous l'influence d'*une substance fournie par la rate congestionnée;* il penche pour cette dernière alternative.

Relativement au *rôle de la rate*, cette explication est encore vraie aujourd'hui; relativement à l'*origine de la trypsine*, elle ne correspond plus à nos connaissances actuelles; j'ai exposé, dans mon petit volume sur la digestion stomacale, la modification qu'a dû subir celle de la peptogénie [1]; j'exposerai plus loin la transformation, tout à fait analogue, que doit subir celle de la *tryptogénie;* je ferai seulement observer ici que, quels que soient les changements devenus nécessaires dans la théorie des faits constatés alors par Schiff, les faits eux-mêmes restent absolument entiers et sont aujourd'hui ce qu'ils ont toujours été, pourvu qu'on se place dans les mêmes conditions. Or, les conditions dans lesquelles Schiff était obligé de se servir de la méthode des infusions (la seule que ses successeurs aient mise en œuvre) étaient, à certains égards, très défavorables: il n'avait à sa disposition que *l'eau* comme véhicule des infusions pancréatiques; et, la trypsine exigeant pour déployer toute son activité un milieu neutre ou très légèrement alcalin, il était sans cesse talonné par le danger de la putréfaction et condamné à une méthode expéditive, celle des infusions rapides; celles-ci ont cependant, à d'autres égards, des avantages incontestables et n'ont pas peu contribué aux deux grandes et belles découvertes de Schiff dans la physiologie de la digestion: l'influence des peptogènes sur la production de la pepsine et l'influence de la rate sur celle de la trypsine.

Cette méthode est abandonnée aujourd'hui, grâce aux véhicules antiseptiques qu'on possède, et au déplacement des problèmes actuellement à l'étude; il ne faut pas oublier que la question des *proferments* n'existait pas à cette époque et que les infusions provisoires non seulement remplissaient parfaitement leur but, mais répondaient, et répondent encore, mieux que les extractions complètes en usage aujourd'hui, aux questions qu'on cherchait à élucider [1].

Lorsque, il y a plus de trente ans, j'entrai comme assistant au laboratoire de Schiff, à Florence, il était en train, tout en poursuivant d'autres recherches, de répéter les expériences sur l'influence de la rate sur la production de la trypsine, de sorte que j'ai eu la chance de les voir toutes exécutées par lui-même à maintes reprises; il tenait à convaincre le nombreux auditoire d'étudiants et de médecins qui se pressaient à son cours. Plus tard, j'ai assisté à une nouvelle répétition de ces expériences, mais cette fois avec l'emploi de la glycérine que v. Wittich venait de proposer comme véhicule des infusions digestives. Dans les années subséquentes, je les ai moi-même répétées en me servant soit de la glycérine, soit de mon propre véhicule, de la solution d'acide borique, saturée à la température ambiante. Elles ont toujours donné le même résultat, sauf quelques rares exceptions, d'ailleurs faciles à expliquer.

Ainsi, pour moi, cette influence de la rate sur la digestion pancréatique, en tant que fait directement constaté et très facilement constatable, ne saurait faire l'objet du moindre doute, et je ne puis m'empêcher d'exprimer encore une fois mon admiration pour la perspicacité et la persévérance de celui qui, malgré la méthode dont il disposait pour l'étude des infusions pancréatiques, a réussi à enrichir la science d'un fait de cette importance.

[1] A. HERZEN. *La Digestion stomacale*, Paris 1886, p. 30 et suiv.

[1] Les extractions complètes offrent le danger de la transformation « spontanée » des proferments en ferments actifs: c'est là la grande source d'erreur à laquelle la plupart des successeurs de Schiff n'ont pas échappé. Plus on prolonge l'extraction, plus aussi on *égalise* les extraits actifs et inactifs; ces derniers finissent même par l'emporter sur les premiers.

d'ailleurs suffisamment établi par les expériences sans infusions, dont j'ai donné des exemples plus haut, et qui sont à elles seules décisives.

Cependant les physiologistes accueillirent le résultat de Schiff avec un scepticisme complet; on ne s'était pas encore familiarisé avec l'idée des sécrétions internes et de l'influence à distance, entre un organe et l'autre, qui en résulte; au lieu de répéter les expériences de Schiff, on fit le silence autour de son travail. Je ne connais que trois ou quatre tentatives de critique à prétentions expérimentales; elles n'ont aucune valeur et sont à peu près de la force de celles qui furent adressées de différents côtés à ses constatations relativement à l'influence des peptogènes sur la production de la pepsine active (v. p. 29, 40, 41, 43 de ma *Digest. stom.*). A titre de curiosité scientifique, je n'en citerai qu'une ici :

En 1868, six ans après la publication du grand travail de Schiff, parut à Milan une critique « expérimentale » de Lussana [1]. L'auteur y donne une description incomplète de trois expériences sur lesquelles il se fonde pour rejeter les résultats de Schiff; il extirpe la rate à trois chiens, et les sacrifie ensuite pour infuser leur pancréas et étudier le pouvoir digérant des infusions. Elles ont digéré :

Chez le premier chien, 1er 10 (!) d'albumine en 4 heures; infusion acidulée; peptonisation non vérifiée;

Chez le deuxième chien, 20 centigrammes (!), sans indication du temps employé; infusion acidulée; peptonisation non vérifiée;

Chez le troisième chien, l'infusion est divisée en deux moitiés, dont l'une est acidulée et l'autre laissée neutre; mises à l'étude pour 12 heures, chacune avec 1 gramme (!) d'albumine; la moitié neutre ne digère rien, la moitié acidulée 25 centigrammes; peptonisation non vérifiée.

Les quelques centigrammes d'albumine disparus sont évidemment à mettre sur le compte de la dissolution microlytique de l'albumine par l'acide très dilué, et il serait au fond inutile de s'occuper davantage des deux premiers chiens, qui semblent parler clairement en faveur des faits constatés par Schiff; il est cependant intéressant de noter que le deuxième chien a été sacrifié 4 jours après la splénectomie et que l'autopsie a révélé chez lui « un processus d'entéropéritonite »; le troisième chien a, il est vrai, été sacrifié 3 mois après la splénectomie, mais « son pancréas avait une couleur rouge foncé » et « les vaisseaux en offraient l'aspect qu'ils ont à l'état d'inflammation chronique ». Schiff n'aurait tenu aucun compte de telles expériences; il les aurait tout simplement considérées comme non avenues, à cause de l'état pathologique des animaux; et c'est ce que Lussana aurait dû faire.

Reste le premier chien, qui semble avoir été bien portant, et dont l'infusion pancréatique semble, en effet, avoir donné une faible trace de digestion. — à moins, cependant, qu'il ne s'agisse d'une simple dissolution par l'acide; c'est là une supposition bien naturelle, attendu que ce chien a été sacrifié *trois* heures après le repas, — de sorte que, s'il avait possédé la plus active des rates, il n'aurait pas encore eu de trypsine dans son pancréas, puisqu'elle n'y apparaît que 4 heures après le repas; son pancréas s'est comporté comme il le devait, c'est-à-dire comme celui d'un chien à jeun; l'auteur a donc rendu cette expérience nulle en tuant l'animal quelques heures trop tôt.

Néanmoins, il conclut de ses malheureuses tentatives : d'abord que l'absence de la rate ne diminue en rien le pouvoir peptonisant du suc pancréatique, attendu que, même à l'état physiologique, il ne digère pas davantage (!) et que, le pancréas malade perdant sa faculté peptonisante, il est naturel que Schiff ne l'ait pas trouvée chez ses lapins dératés.

Que dire d'une pareille critique? Il n'y a qu'à s'incliner et à avouer que Schiff aurait dû faire deux ou trois expériences sur des chiens, ou au moins sur des chats, avant de conclure! Mais il est triste de penser que quelques méchantes petites critiques de ce genre puissent jeter le doute sur le résultat de recherches poursuivies pendant de longues années, et faire adopter dans la littérature physiologique la phrase stéréotypée : « L'hypothèse de Schiff n'a pas soutenu le contrôle expérimental. »

Si les résultats de Schiff ont jamais couru un danger sérieux, du moins en apparence, cela a été au moment de la belle découverte des proferments par Heidenhain et ses élèves.

De même que la muqueuse gastrique ne forme pas d'emblée la pepsine active, mais la propepsine, qui s'accumule dans ses glandules entre une digestion et l'autre, le pancréas ne forme pas d'emblée la trypsine active, mais une substance destinée à devenir trypsine dans certaines conditions et dans une certaine phase de l'acte digestif : la *protrypsine* (ou zymogène pancréatique).

Nous en savons plus long sur la transformation de la protrypsine en trypsine active que sur celle du ferment gastrique; elle semble consister simplement en une oxydation. Les recherches de Heidenhain sont bien connues : je n'en rappellerai ici que l'essentiel :

Le pancréas d'un chien à jeun ne contient point de trypsine, mais seulement de la protrypsine; son infusion (glycérique) ne digère pas. Lorsque

[1] *Annali Universali di Medicina*, Milano, 1868.

le chien est en pleine digestion, l'infusion de son pancréas digère; elle contient de la trypsine active.

Si l'on prend le pancréas d'un chien à jeun et qu'on le divise en deux moitiés, pour en infuser une tout de suite et l'autre seulement au bout de 24 heures d'exposition à l'air, la première infusion ne digère pas, la deuxième digère (pourvu, bien entendu que le pancréas, au moment de la mort, contienne du proferment); il est clair que la protrypsine qu'il contenait s'est spontanément transformée en trypsine active.

Or, il suffit de soumettre une infusion pancréatique riche en protrypsine et pauvre en trypsine, et par conséquent inactive, ou à peu près, à un courant d'oxygène, pour la transformer en une infusion possédant un pouvoir digérant d'autant plus considérable que l'infusion contenait plus de zymogène. La transformation dont il s'agit consiste donc en une oxydation : la trypsine est de la protrypsine oxydée [1].

J'ai souvent répété ces expériences de Heidenhain, toujours avec le même résultat; j'ai, en outre, été amené dans le cours de mes recherches ultérieures à constater un fait de biochimie fort intéressant. Malgré les services incontestables que l'acide borique m'a rendus dans ces recherches, en empêchant absolument la putréfaction, sans ralentir la digestion, il n'a pas répondu entièrement à mon espoir : il n'empêche pas complètement la transformation graduelle du zymogène (par une lente oxydation directe); elle est seulement sensiblement ralentie par ce véhicule, sur lequel la glycérine concentrée l'emporte sous ce rapport; mais, comme le retard de la digestion causé par la glycérine est un inconvénient très grave, et qu'on est obligé de la diluer d'au moins deux fois son volume d'eau (ce qui permet la lente transformation du zymogène), j'ai voulu voir si le zymogène contenu dans le liquide borique résisterait davantage après asphyxie des animaux au moyen de l'inhalation d'acide carbonique ou d'oxyde de carbone. J'ai fait deux doubles expériences avec chacun de ces gaz :

1° Deux chiens, l'un à jeun, l'autre en pleine digestion, sont tués par inhalation de CO^2; le pancréas du chien à jeun ne manifesta qu'une digestion extrêmement tardive et lente; celui du chien en pleine digestion offrit le pouvoir digérant habituel dans ces conditions; ainsi le CO^2 ne nuit pas à la trypsine et ralentit seulement l'oxydation de la la protrypsine.

2° Deux chiens, l'un à jeun, l'autre en pleine digestion, sont tués par inhalation de CO; le pancréas du chien jeûnant ne digéra absolument rien; celui du chien en pleine digestion se montra, lui aussi, absolument inactif.

Ou bien ces deux chiens étaient malades, et leur pancréas ne contenait point de zymogène, ou bien le CO avait détruit ferment et proferment. Non, car sous l'influence d'un courant d'oxygène (que j'ai cependant dû prendre plus abondant et plus prolongé que d'habitude), ces deux infusions acquirent un pouvoir digérant très considérable. Donc, le CO ne nuit pas à la protrypsine, il en empêche seulement l'oxydation; de plus, il réduit la trypsine; enfin, comme il faut, pour la reconstituer, employer un courant d'oxygène beaucoup plus abondant et prolongé qu'avec les liquides protryptiques ordinaires, il est clair que le CO ne chasse pas simplement l'oxygène de la trypsine, mais se met à sa place : j'avais dans mes infusions de la protrypsine oxycarbonée. J'ai donc ainsi trouvé, chemin faisant, un phénomène qui est le pendant de ce qui se passe avec l'hémoglobine sous l'influence de CO.

J'ai plusieurs fois répété ces expériences avec le même résultat; mais le CO^2 n'offrant qu'un avantage insignifiant et le CO détruisant toute possibilité de faire les expériences comparatives qui étaient mon vrai but, je les ai abandonnées.

Revenons au zymogène de Heidenhain.

Le fait établi par cet éminent physiologiste, de la formation et de l'emmagasinage continus de la protrypsine dans le pancréas, et sa transformation en trypsine active pendant la phase culminante de la digestion prouvait irréfutablement que cette substance avait une origine indépendante de toute influence extérieure au pancréas lui-même, et semblait, par conséquent, renverser tous les résultats de Schiff relativement à l'intervention de la rate. Cependant, les faits constatés par Schiff subsistaient quand même; on se trouvait en face de deux séries de faits, en apparence contradictoires; je dis *en apparence*, car les faits bien observés ne peuvent pas être en contradiction les uns avec les autres, et, lorsqu'ils semblent l'être, cela vient de ce que nos théories explicatives de ces faits sont fausses ou incomplètes. Il me sembla qu'en modifiant l'hypothèse de Schiff relativement à la manière dont la rate intervient dans la tryptogénie, ou arriverait facilement à concilier les faits établis par Heidenhain avec les faits établis par Schiff, et à montrer que, loin de s'exclure, ils se corroborent réciproquement.

Sans doute, le zymogène se forme continuellement et, par conséquent, indépendamment de la rate et de sa congestion périodique; il s'accumule

[1] Cette oxydation spontanée du zymogène pancréatique a induit en erreur plus d'un observateur; elle constitue le danger des *longs séjours* à l'étuve : à la longue, *toutes* les infusions finissent par digérer, et même celles des animaux à jeun plus que les autres, puisqu'elles contiennent plus de zymogène.

dans les cellules glandulaires pendant le jeûne et se trouve en abondance dans le pancréas d'animaux privés de la rate; mais il ne se transforme en trypsine active qu'en présence de la rate et en proportion directe avec la dilatation splénique; il se pourrait donc que la rate produisît pendant sa congestion fonctionnelle une substance inconnue (une véritable « sécrétion interne », comme on s'exprime aujourd'hui), substance qui, entraînée par le courant sanguin, allât transformer le zymogène inerte, déposé dans le pancréas, en trypsine active, destinée à passer dans le suc de la glande, et que l'influence exercée par ce produit splénique sur le zymogène fût une condition *sine quâ non* de la transformation de celui-ci en trypsine, du moins dans le pancréas vivant, puisque, dans le pancréas mort, il se transforme par oxydation directe.

Cette hypothèse était confirmée par le fait qui ressort des recherches de Schiff et de Heidenhain, à savoir que le contenu du pancréas en zymogène est, à un moment quelconque du jeûne ou de la digestion, toujours en proportion inverse avec son contenu en trypsine, et *vice versa*, tandis que son contenu en trypsine est en proportion directe avec la dilatation splénique. Le tableau II rend la chose évidente :

Tableau II

MOMENT DE LA MORT	CONTENU EN ZYMOGÈNE	CONTENU EN TRYPSINE	DILATATION SPLÉNIQUE
A jeun.....	Maximum.	Rien ou minimum.	Minimum.
2 ou 3 heures après le repas.	Id.	Id.	Id.
Env. 4 heures » »	Diminution.	Apparition.	Commencement.
6 à 7 heures » » »	Minimum.	Maximum.	Maximum.
8 à 10 heures » » »	Id.	Diminution.	Diminution.
12 à 16 heures »	Augmentation.	Minimum ou rien.	Minimum.
24 heures »	Maximum.	Id.	Id.

IV

Quelque probable que fût mon hypothèse, il fallait en démontrer la justesse par des expériences directes; je me proposai d'essayer de saisir dans la rate elle-même la mystérieuse substance fournie par sa sécrétion interne, non pas pour l'isoler chimiquement (nous ne savons pas même isoler la pepsine, ni la trypsine), mais pour en constater la présence en la faisant agir sur du zymogène. J'entrepris donc des expériences consistant soit à triturer ensemble un morceau de pancréas inactif avec un morceau de rate congestionnée, pour infuser ensuite ce mélange des deux organes, soit un morceau de chacun d'eux séparément afin de voir si la première infusion ou le mélange des deux dernières seraient actifs.

Mes premières tentatives ne furent pas très heureuses; au point de vue de mon but spécial, elles ont même constitué une série d'insuccès, bien que toutes aient été de brillantes confirmations des résultats de Schiff, et soient, à ce point de vue, fort instructives [1]. Comme j'ai plus tard considérablement perfectionné la méthode et obtenu des résultats dont la netteté ne laisse rien à désirer, il me paraît inutile de m'arrêter ici sur mes expériences de Florence, et préférable de passer tout de suite à celles que j'ai faites à Lausanne. Entre celles-là et celles-ci, j'avais constaté les qualités précieuses de l'acide borique au 4 à 5 % comme véhicule des infusions digestives, et j'ai fait une série d'essais de digestion tryptique de la fibrine; les infusions boriques digèrent beaucoup plus vite que les glycériques, et la fibrine cède beaucoup plus vite que l'albumine à l'influence de la trypsine. C'est pourquoi j'ai adopté exclusivement l'usage de l'acide borique en solution aqueuse, saturée à 15 ou 20° C., et j'ai toujours conduit de front deux essais pour chaque liquide digérant : l'un avec la fibrine, l'autre avec l'albumine. Les expériences avec trituration des deux viscères ayant toujours donné le même résultat que celles avec mélange de leurs infusions préparées séparément, je les ai abandonnées, comme étant superflues. Enfin, pour avoir dans les liquides à comparer la même dose initiale de zymogène, j'ai toujours ajouté à la portion d'infusion pancréatique qui devait agir seule, le même volume de véhicule simple que celui de l'infusion de rate que je mélangeais à la portion destinée à révéler l'influence du ferment splénique.

Plusieurs chiens ont été tués à différentes époques de la digestion stomacale et leurs pancréas immédiatement infusés dans environ dix fois leur volume de solution boriquée; deux rates fortement congestionnées ont été infusées, l'une dans de l'eau distillée bouillie, l'autre dans la solution boriquée (je ne parle que de ces deux rates, parce que ce sont elles qui m'ont servi dans les exemples suivants). Toutes les infusions sont préparées en

[1] Voir pour les détails, A. Herzen, *Sulla funz. dig. d. milza* « Imparziale ». Firenze. 1877, ou « Moleschott's Untersuchungen », v. XII, fasc. 1.

les tenant 16 à 18 heures à l'étuve à 40°; de chacune des infusions pancréatiques, je mets à l'étuve huit échantillons (quatre pour la fibrine et quatre pour l'albumine) dilués ainsi :

N° 1, avec deux fois son volume d'eau distillée bouillie.
N° 2, — — — de solution boriquée.
N° 3, — — — d'infusion boriquée de rate.
N° 4, — — — d'infusion aqueuse de rate.

J'observe les progrès de la digestion au bout de 1 heure, 3 heures, 6 heures et 24 heures; les deux premières observations sont les plus importantes, surtout pour la fibrine qui se digère très vite, les deux dernières le sont surtout pour l'albumine qui se digère très lentement. J'ai complètement renoncé aux réactions chimiques sur les produits de la digestion, ainsi qu'aux pesages des restes d'albumine ou de fibrine, soumis à l'essiccation; avec un peu d'habitude on estime très exactement à l'œil nu pour la fibrine, avec une loupe pour

1. *Infusion pancréatique presque inactive.*

		DIGESTIONS AU BOUT DE			
		1 heure	3 heures	6 heures	24 heures
Fibrine..	N° 1..	0	1	6	10
	N° 2..	0	0	1	1
	N° 3..	1	8	10	
	N° 4..	7	10		
Albumine	N° 1..	0	0	0	2
	N° 2..	0	0	0	0
	N° 3..	0	1	3	5
	N° 4..	0	2	5	8

2. *Infusion pancréatique presque inactive.*

		DIGESTIONS AU BOUT DE			
		1 heure	3 heures	6 heures	24 heures
Fibrine..	N° 1..	0	1	4	10
	N° 2..	0	0	2	7
	N° 3..	1	8	10	
	N° 4..	5	10		
Albumine	N° 1..	0	0	0	1
	N° 2..	0	0	0	2
	N° 3..	0	1	3	5
	N° 4..	0	3	6	8

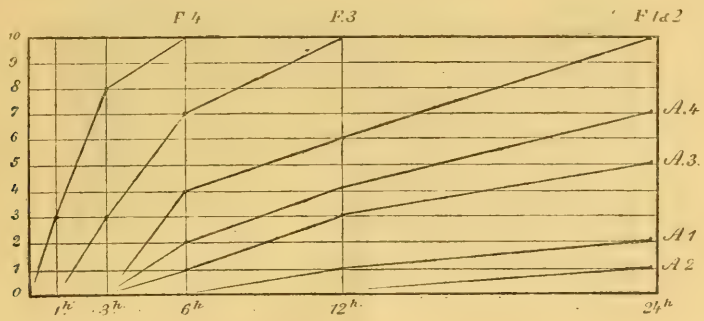


Fig. 1. — A signifie albumine et F fibrine. N° 1, infusion boriquée de pancréas, plus deux volumes d'eau; N° 2, la même, plus deux volumes d'acide borique au 4 à 5 %; N° 3, la même, plus deux volumes d'infusion boriquée de rate congestionnée; N° 4, la même, plus deux volumes d'infusion aqueuse de la même rate. A gauche, sont les dixièmes de la dose habituelle d'albumine ou de fibrine; en bas, les heures [1].

l'albumine (en cas de doute) la marche et l'énergie de la digestion. Comme je prends toujours la même quantité de liquide digérant et de substances à digérer, toutes mes expériences sont comparables entre elles, et je puis indiquer en dixièmes de la quantité initiale de fibrine ou d'albumine celle qui, au moment de l'observation, a été digérée; cela n'est sans doute qu'une indication approximative; mais les différences dont il s'agit sont tellement grandes que cela suffit; au fond, nous n'avons besoin que de savoir si tel ou tel liquide digère vite et beaucoup, peu et lentement, ou pas du tout.

Cela dit, voici deux exemples de mes expériences :[1]

Dans ces deux expériences, l'énorme accélération de la digestion de la fibrine sous l'influence des deux infusions spléniques est de toute évidence; quant à l'albumine, elle n'est digérée d'une façon tant soit peu appréciable que sous cette influence; comme c'est le n° 4 qui digère le plus, on pourrait être tenté d'attribuer son action à la neutralisation de l'infusion pancréatique borique par l'infusion splénique aqueuse; à ce soupçon, le n° 3 constitue une réponse suffisante; en outre, lorsqu'il y a de la trypsine active dans le pancréas, l'acide borique ne retarde la digestion que fort peu et pas toujours; il l'accélère même quelque-

[1] On en trouvera un certain nombre dans le travail que j'ai publié, en 1883, dans le vol. XXX des *Archives* de Pflüger.

[1] La seule indication qui ne soit pas absolument exacte ici, c'est celle du moment où *toute* la substance à digérer disparaît; il est probable, par exemple, que le N° 3 avait tout dissous au bout de 7 ou 8 heures et le N° 4 au bout de 4 ou 5 heures. Mais c'est le *commencement* qui importe et non la fin.

fois, sans qu'il m'ait été possible de déterminer les conditions dans lesquelles il le fait ; enfin, j'ai obtenu exactement les mêmes résultats avec des infusions pancréatiques et spléniques faites avec de la glycérine neutre.

Dans quelques-unes de mes expériences, la digestion par le mélange des deux infusions a été encore beaucoup plus rapide ; j'ai quelquefois vu disparaître toute la dose habituelle de fibrine au bout de la première heure; quelquefois j'ai, dans ce cas, ajouté une nouvelle dose de fibrine, et je l'ai souvent vue disparaître à son tour avant la troisième heure: la digestion de l'albumine était alors, elle aussi, plus rapide, mais elle a rarement été dissoute dans sa totalité, même au bout de 24 heures.

La figure 1 représente graphiquement la marche habituelle, moyenne, d'une telle expérience.

ou d'animaux en pleine digestion) exercent sur les infusions pancréatiques peu ou point actives, la même influence que les infusions de rates congestionnées et dilatées, mais à un bien moindre degré, si bien que quelquefois elle est inappréciable. J'ai aussi trouvé quelques irrégularités dans le pancréas : présence d'une certaine quantité de trypsine alors qu'il ne devait pas y en avoir; ce sont les cas ou le repas précédent n'a pas été assez copieux et où le pancréas n'a pas expulsé toute la trypsine qu'il a produite; c'est contre de telles irrégularités qu'on se prémunit au moyen d'un repas préparatoire très abondant.

Il serait difficile d'obtenir une série d'expériences plus concordantes entre elles, et concordant, en outre, plus parfaitement, aussi bien avec celles de Schiff qu'avec celles de Heidenhain. Je me crois donc autorisé à conclure que : *Dans le*

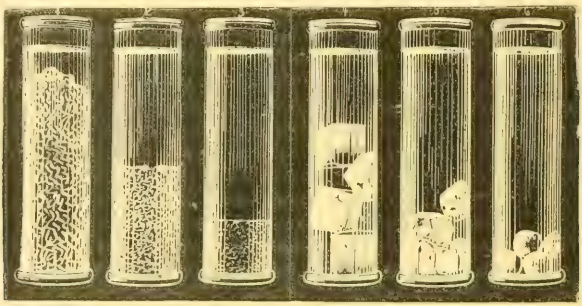


Fig. 2. *Digestion par le mélange de deux infusions.*

Fibrine, 3 heures d'étuve. *Albumine*, 12 heures d'étuve.

1 et 4. Quantité *primitive*, conservée dans l'alcool.
2 et 5. Reste laissé par l'*infusion pancréatique seule*, rincé et conservé dans l'alcool.
3 et 6. Reste laissé par le *mélange des infusions du même pancréas et d'une rate congestionnée*, rincé et conservé dans l'alcool.

La figure 2 représente fidèlement l'*aspect* des flacons d'une expérience semblable; le volume réel du liquide digérant est, en proportion avec la masse à digérer, deux fois plus considérable que celui de l'alcool dans cette figure.

L'infusion pancréatique provenant d'un animal en pleine digestion (six à sept heures après le repas) fait ordinairement à peu près ce que font dans cet exemple les numéros 3 et 6, et souvent bien plus encore.

Le nombre total de mes expériences dépassait de beaucoup celui des exemples que j'ai publiés en 1883 ; je les ai souvent répétées depuis, et jamais elles ne m'ont fait faux bond, — sauf, naturellement, les cas, peu fréquents d'ailleurs, où la congestion de la rate ne se produit pas, et qui ont aussi leur grande utilité: en effet, les infusions de rates contractées et anémiques (d'animaux jeûnant

pancréas vivant, la protrypsine se transforme en trypsine active sous l'influence d'une substance qui se produit dans la rate, en quantité proportionnelle à l'intensité de sa congestion.

J'ai exposé, au Congrès des Médecins allemands, tenu à Strasbourg en 1886, quelques flacons semblables à ceux qui sont figurés plus haut ; les physiologistes qui les ont examinés ont tous reconnu que les différences entre les restes laissés par les infusions pancréatiques seules et le mélange des infusions pancréatique et splénique, sautaient aux yeux ; un des physiologistes les plus éminents d'Allemagne me fit à ce sujet, dans une conversation particulière, une objection qui me fit descendre l'âme dans le talon, comme on dit en russe :

« Vous savez que le zymogène pancréatique est « très avide d'oxygène; d'autre part, la rate con- « tient beaucoup de sang, et, notamment pendant

« sa dilatation, elle en est gorgée; vos infusions « spléniques sont intensément colorées d'hémoglo- « bine dissoute; dès lors, l'accélération incontes- « table et considérable de la digestion que vous « obtenez en les mélangeant à des liquides pro- « tryptiques, pourrait s'expliquer tout simplement « par la rapide oxydation du zymogène aux « dépens de l'hémoglobine. »

Bien que cette objection n'atteignît en aucune façon les expériences si nombreuses et si variées de Schiff, et bien que j'eusse à lui opposer des arguments de probabilité, tels que la vénosité bien connue du sang contenu dans la rate, l'identité des résultats obtenus après asphyxie par CO^2, et même par CO, elle ne laissa pas que de m'embarrasser fortement; elle méritait, en tout cas, une mise à l'épreuve expérimentale directe; aussi m'empressai-je, dès mon retour à Lausanne, d'exécuter l'expérience suivante :

Le pancréas d'un chien normal, à jeun, est infusé dans de la glycérine pure; cette infusion, une fois prête à être examinée, est divisée en huit parties égales; ces huit portions sont mélangées à huit échantillons de sang reçu directement dans un volume double de glycérine et dont quatre provenaient d'un autre chien à jeun, et quatre d'un chien en pleine digestion, avec une rate fortement dilatée. Les quatre échantillons furent pris, pour chaque animal, de l'artère et de la veine fémorales, et de l'artère et d'une grosse veine spléniques; les huit flacons sont mis à l'étuve à 40° avec la dose habituelle de fibrine.

Il est évident que le sang artériel, fémoral et splénique des deux animaux contenait plus d'oxyhémoglobine que leur sang veineux; il devait donc, d'après l'objection de mon collègue, exercer sur le zymogène une influence puissante et égale; au contraire, d'après mon explication, c'est le sang veineux splénique qui devait seul exercer cette influence, et surtout celui de l'animal digérant.

Voici le résultat de l'expérience :

Au bout d'une heure de digestion, il n'y avait encore aucune trace visible de digestion sous l'influence du sang fémoral, artériel ou veineux, ni du sang splénique artériel du chien jeunant; premières traces de digestion sous l'influence du sang splénique veineux de cet animal; digestion assez avancée sous l'influence du sang fémoral, artériel ou veineux, et du sang splénique artériel du chien digérant; fibrine presque entièrement disparue sous l'influence du sang splénique veineux de l'animal digérant [1].

La réponse ne saurait être plus claire : le produit de la sécrétion interne de la rate, celui du moins qui concerne la rapide transformation de la protrypsine en trypsine active, est entraîné par le courant sanguin; il se trouve dans le sang de la circulation générale en quantité appréciable, mais faible pendant la dilatation de la rate, pendant laquelle il est abondant dans le sang splénique veineux : lorsque la rate est contractée, il y en a des traces dans le sang splénique veineux seulement.

Cette expérience, plusieurs fois répétée, m'a toujours donné le même résultat. Ce n'est donc pas le sang comme tel qui favorise la transformation du zymogène pancréatique en trypsine; c'est le sang en tant que véhicule de la substance inconnue qui jouit de cette propriété et qu'il puise dans la rate.

Je ferai observer, en conclusion, que cette fonction digestive de la rate n'exclut nullement les fonctions hématopoïétiques que la plupart des physiologistes lui attribuent : elle pourrait bien, au contraire, être intimement reliée à ces fonctions.

Jusqu'à présent, je n'ai pas rencontré, dans la littérature physiologique, de critique sérieuse des recherches que je viens d'exposer succinctement; je n'ai vu que deux ou trois courtes allusions dubitatives, sans faits à l'appui, ou avec une seule observation, défectueuse et dénuée de toute valeur; à deux de ces allusions j'ai répondu en 1893 et 1894 [1]; il est inutile d'y revenir ici. Mais en voici une nouvelle : Dans le n° d'avril 1895 des *Archives de Physiologie*, MM. Carvallo et Pachon relatent une très intéressante expérience qu'ils ont faite sur un chat : ils ont réussi à extirper complètement l'estomac et à suturer l'œsophage au duodénum; l'animal a guéri et se porte bien, il est seulement un peu délicat quant à la qualité des aliments; toutes les albumines dont son organisme a besoin sont donc digérées presque exclusivement par le suc pancréatique (en petite partie, sans doute, aussi par le suc brunnerien et entérique). Les auteurs se proposent de pratiquer chez ce chat l'extirpation de la rate, et croient que cela constituera un « experimentum crucis » pour ou contre les résultats de Schiff et les miens : pour, peut-être; mais contre certainement pas; car c'est une de ces expériences qui sont décisives en cas de résultat positif, mais qui ne prouvent rien en cas de résultat négatif; en effet, l'alternative est celle-ci : ou bien, après la splénectomie, le chat mourra d'inanition, ou bien il survivra et continuera tant bien que mal à se nourrir; dans le premier cas il sera prouvé une fois de plus, et par une nouvelle méthode, qu'en l'absence de la rate, le pancréas ne digère pas les albumines; dans le second cas, les microbes, que les auteurs font inter-

[1] Voir *Semaine Médicale* 1887.

[1] Rate et Pancréas, *C. R. des séances de la Société de Biologie*, S. du 29, 7, 93. Le Jeûne, le Pancréas et la Rate, *Archives de Physiologie*, n° de janvier 1894.

venir pour une si large part dans les expériences faites avec des infusions, et qui seront plus abondants que jamais dans l'intestin de leur chat, pourront donner libre cours à leur action protéoclaste, et, aidés des sucs intestinaux, ils réussiront peut-être à conjurer une inanition rapide, ce qui ne prouvera absolument rien contre l'absence de trypsine. D'ailleurs, ni Schiff, ni moi, nous n'avons jamais prétendu que le zymogène se transforme en trypsine exclusivement sous l'influence du ferment splénique, et l'on sait qu'il se transforme peu à peu « spontanément », dans le pancréas abandonné au contact de l'air, rapidement dans les infusions aqueuses et lentement dans les infusions boriquées; il suffit peut-être que le pancréas, surchargé de zymogène, en déversât une partie dans l'intestin, avec les autres constituants de son suc, pour qu'il s'y transformât en trypsine; cela n'est cependant guère probable, car rien de pareil ne s'est produit dans les expériences de Schiff au moyen de fistules duodénales et dans le duodénum converti en récipient passif chez ses chiens dératés.

Quant aux microbes, leur ingérence était assurément très dangereuse à l'époque où l'on se servait de l'eau comme véhicule des infusions; je la crois insignifiante ou nulle dans les infusions glycériques et boriquées; je les ai souvent conservées avec des restes non digérés au fond, *des semaines et des mois* entiers, sans y constater la moindre trace de putréfaction; elles finissent seulement, si elles sont mal bouchées, par se couvrir, à la longue, d'une couche de moisissure. Ne serait-il pas fort curieux, d'ailleurs, que les microbes s'introduisissent seulement dans les flacons contenant des infusions pancréatiques actives ou des mélanges d'infusions spléno-pancréatiques, et point dans ceux qui contiennent des liquides protryptiques inactifs?

Tout cela ressemble, à s'y méprendre, à un retour du spectre de la putréfaction, sous le nom plus moderne d'influence des microbes. On oublie seulement une chose : c'est que le suc et les infusions pancréatiques aqueuses se putréfient d'autant plus facilement et rapidement qu'ils sont moins actifs.

La méthode des infusions mélangées est *la seule* qui puisse résoudre définitivement la question dont nous nous sommes occupé, et, à mon avis, elle l'a résolue. Le liquide protryptique seul ne digère pas, ou très tardivement et lentement; l'extrait splénique ne digère absolument rien; le mélange des deux digère vite et beaucoup; voilà le fait. On ne veut pas de notre explication. Qu'on en fournisse donc une meilleure, et nous serons, Schiff et moi, les premiers à la reconnaître.

A. Herzen,
Professeur de Physiologie
à l'Université de Lausanne.

QUESTIONS D'AFRIQUE

LE SOUDAN FRANÇAIS

On discute beaucoup en ce moment du Soudan et à propos du Soudan. Le régime militaire et le régime civil auxquels notre colonie a été successivement soumise trouvent d'ardents défenseurs. De là des polémiques plus ou moins passionnées qui, comme toutes les polémiques, dépassent souvent leur but. On nous permettra peut-être d'apporter, au milieu de ces divergences de vues, la note positive à laquelle sont habitués les lecteurs de la *Revue*.

Le Soudan (fig. 1, p. 509) n'est pas de ces heureuses colonies qui n'ont pas d'histoire : il en a une, glorieuse, très glorieuse même, où tous les corps de la marine ont prouvé à nouveau, par nombre d'actions d'éclat, leur vaillance, leur endurance et leur héroïsme. Officiers et soldats, tous ont accompli leur devoir avec l'énergie et le dévouement qui caractérisent les troupes françaises. Au début de cette étude, c'est un hommage que nous nous empressons de leur rendre, précisément parce que nous serons amené à discuter de très près la valeur de l'œuvre matérielle qu'ils ont accomplie.

I. — Du Sénégal au Niger.

Ce qui déconcerte, en effet, quand on étudie la marche de nos affaires en Afrique occidentale, c'est la comparaison entre le programme inital et le travail réalisé.

De quoi s'agissait-il tout d'abord? De joindre l'Atlantique au Soudan central par une voie ferrée. On était en 1879, au moment où l'on discutait les tracés du chemin de fer transsaharien, et les Sénégalais, le brave général Faidherbe en tête, opposaient au chemin de fer partant du Sud-algérien une ligne ayant le Sénégal comme point de départ. Comme il arrive souvent en France quand deux solutions sont présentées pour un seul problème, on mit tout le monde d'accord en acceptant le principe des deux voies de pé-

nétration. Le colonel Flatters partit d'Algérie et périt misérablement au cours de son second voyage d'exploration : son désastre amena l'ajournement indéfini des projets de transsaharien, repris depuis avec une louable persévérance, mais il faut l'avouer, sans beaucoup de chances de succès.

Du côté du Sénégal, on ne rencontra pas au début les mêmes difficultés. On put reconnaître topographiquement les territoires à traverser jusqu'au Niger, et dresser un avant-projet de voie de pénétration. Cette voie devait être mi-ferrée, mi-fluviale. De Dakar, notre grand port sur l'Atlantique, un chemin de fer, aboutissant à Saint-Louis (263 kilomètres), permettait d'éviter les inconvénients de la barre du Sénégal. De Saint-Louis à Kayes, le fleuve Sénégal, quoique n'étant navigable que pendant quelques mois, présentait des facilités de transports suffisantes pour ajourner la construction d'une voie ferrée de 500 à 900 kilomètres suivant qu'on eût coupé au plus court à travers le désert de Ferlo ou qu'on eût suivi le cours du Sénégal. A partir de Kayes, par un second chemin de fer de 550 kilomètres environ, on pouvait atteindre le Niger à Bammako, c'est-à-dire près du point où le grand fleuve africain commence à être navigable.

Le programme se résumait ainsi dans la construction de 800 kilomètres de chemin de fer, qui ouvriraient au commerce français tout le Soudan occidental.

Le Parlement se rendit avec réserve aux raisons qui lui furent présentées. A partir de l'année 1880, il vota des crédits assez importants en vue de commencer la ligne de Kayes au Niger, que l'on s'accordait à juger assez facile à établir, d'après les reconnaissances faites en 1879-1880 par diverses missions topographiques. Seulement, l'expansion de la colonie du Sénégal vers le Niger ne conserva pas le caractère pacifique qu'on s'était plu à lui attribuer tout d'abord. Aussi, le Parlement, après avoir voté les crédits afférents à la première section de la ligne, — celle de Kayes à Bafoulabé, — se montra réfractaire à pousser une expérience qui lui parut devoir être fort onéreuse pour ses finances métropolitaines. Il ne faut pas oublier qu'à ce moment, la France était engagée un peu partout : au Tonkin, à Madagascar surtout, et que les affaires du Soudan devaient alors être menées avec la plus extrême prudence. On regrettera peut-être qu'il n'en ait pas toujours été ainsi.

II. — La question Toucouleure.

Il n'est pas difficile de montrer les origines des résistances du Parlement.

On connaît El Hadj Omar, le prophète toucouleur, né au Sénégal, près du poste de Podor, vers 1840, et qui, après des guerres fort sanglantes, s'était créé un vaste empire dans le Haut-Sénégal et dans le Moyen-Niger.

El Hadj Omar échoua dans ses entreprises contre le Sénégal, fut battu par Faidherbe, et ne put ainsi rattacher à ses possessions les provinces toucouleures du Bas fleuve, celles où il avait vu le jour. Par contre il imposa sa domination aux populations du Moyen-Niger, depuis les contreforts du Fouta Djallon jusqu'aux abords de Tombouctou. S'il ne conserva pas Tombouctou, qui échappa à son influence après sa défaite, près du marigot de Goundam, par les Touareg, par contre, il réussit à s'implanter dans le Macina. Et, bien que les Peulhs de ce pays, dépossédés par El Hadj Omar, aient fini par tuer leur vainqueur, les Toucouleurs se maintinrent dans le Macina grâce à l'appui des Habés, population d'humeur indépendante, puissante dans la région et que El Hadj Omar avait, en somme, délivrée de la tutelle des Peuhls.

L'empire toucouleur ne survécut pas à son fondateur, en tant qu'empire unitaire. Mais les pays conquis restèrent sous la domination de la famille d'El Hadj Omar. Trois des fils du conquérant furent rois. Ahmadou eut la plus belle part : le Haut-Sénégal (avec les places fortes de Nioro dans le Kaarta, de Goubanko dans le pays de Kita, de Koundian dans la vallée du Bafing) et le Moyen-Niger avec Ségou.

A Tidiani, échut le royaume du Macina. Aguibou reçut en partage le pays de Dinguiray entre le Haut-Sénégal et le Haut-Niger.

Les fils d'El Hadj Omar et les chefs toucouleurs se rappelaient les luttes soutenues contre les Français du Sénégal. En vingt-cinq ans, on n'oublie pas des défaites retentissantes. Aussi, quand, en 1880, nous résolûmes de nous avancer du Bas-Sénégal vers le Niger, nous nous trouvâmes en face de la puissance toucouleure. Il y avait à résoudre une question toucouleure. Voyons comment elle fut résolue.

Une mission toute pacifique, confiée au capitaine Galliéni, partit du Sénégal à la fin du mois de janvier 1880. Elle passa à Bafoulabé, à 130 kilomètres de Médine, où l'on construisait un nouveau poste sur la ligne de Kayes-Médine au Niger ; elle constata l'hostilité de la place forte toucouleure de Goubanko, voisine du village malinké de Kita, avec lequel elle signa un traité de protectorat, et elle arriva au commencement du mois de mai dans le pays bambara du Bélédougou. Jusque-là le voyage s'était fait sans encombre : il n'en fut plus de même quand la mission s'approcha du Niger. Le 11 mai, à deux jours de marche de Bammako, la petite troupe du capitaine Galliéni fut assaillie par les Bambaras : elle eut 15 tués, 16 blessés et 7 disparus. Les assaillants furent toutefois repoussés,

et le capitaine Galliéni, précipitant sa marche, put rejoindre le lendemain, à Bammako, deux sections secondaires de sa mission qui avaient exploré d'autres routes.

L'avertissement était sérieux. Néanmoins le capitaine Galliéni, n'écoutant que son courage, suivant d'ailleurs ses instructions, traversa le Niger et se dirigea vers Ségou où résidait Ahmadou, le principal chef des Toucouleurs. Or, Ahmadou reçut la nouvelle mission française comme il avait reçu, en 1864, la mission du lieutenant de vaisseau Mage que Faidherbe lui avait envoyée : pendant neuf mois, du 1er juin 1880 au 1er mars 1881, le capitaine Galliéni et ses compagnons furent en quelque sorte internés à Nango, à 40 kilomètres à l'ouest de Ségou. Aux avances qui lui furent faites, Ahmadou répondit par des fins de non-recevoir jusqu'au jour où il prit peur en apprenant la marche en avant d'une colonne française.

Le lieutenant-colonel Borgnis-Desbordes, de l'artillerie de marine, nommé commandant supérieur du Haut-Sénégal, à la fin de l'année 1880, avait formé une colonne de 834 hommes, dont 424 combattants, afin d'assurer le libre parcours sur la ligne de Kayes au Niger. Il se proposait de construire un poste à Kita, à 300 kilomètres de Kayes, à 180 kilomètres environ de Bafoulabé, et à 200 kilomètres à peu près du Niger navigable. Kita était peuplé de Malinkés hostiles aux Toucouleurs de Goubanko. C'est même pour cela que les chefs de la ville avaient traité avec le capitaine Galliéni quelques mois auparavant, certains ainsi d'être protégés contre les Toucouleurs qui les avaient asservis depuis une trentaine d'années.

Le colonel Borgnis-Desbordes fit construire un fort à Kita, et, pendant que le personnel non combattant procédait à cette édification, il partit en colonne contre Goubanko, qui témoignait toujours de son hostilité. Après un bombardement de quatre heures, l'assaut fut donné : la ville fut prise après une lutte acharnée qui nous coûta des pertes sensibles. Cela se passait le 7 février 1881.

L'événement eut un retentissement énorme dans tout le Soudan. Les Toucouleurs de Ségou, en apprenant la destruction de Goubanko, demandèrent à Ahmadou de mettre à mort la mission Galliéni. Mais le sultan savait que c'était provoquer la marche d'une colonne française sur Ségou : il préféra signer le traité d'amitié que lui proposait le capitaine Galliéni. Le 1er mars 1881, l'accord était conclu ; vingt jours après, la mission pouvait quitter les États d'Ahmadou, et l'on put penser alors que la pénétration vers le Niger allait pouvoir dorénavant s'effectuer pacifiquement, quand survinrent de nouveaux et graves événements.

III. — Première guerre contre Samory.

Depuis plusieurs années un nouvel El Hadj Omar terrorisait la rive droite du Haut-Niger : c'était Samory, un Malinké, d'abord marchand, puis petit chef de guerre, qui était parvenu, en quelques années à se tailler un vaste royaume tout autour de Bissandougou, le centre du pays de Ouassoulou. Samory est un conquérant soudanais qui, quand il est vainqueur, brûle les villages, tue les hommes âgés, prend les jeunes gens pour en faire des guerriers, emmène les adultes et les femmes pour en faire des esclaves. En 1881, Samory opérait dans le nord de ses États, et ses bandes de sofas assiégaient la ville de Kéniéra, située à 40 kilomètres de Siguiri, à 200 kilomètres au sud de Kita.

Les indigènes effrayés craignaient une invasion de Samory dans le Haut-Sénégal. Ils demandèrent qu'on surveillât les agissements du chef malinké et qu'au besoin on protégeât les gens de Kéniéra. C'est dans ces conditions que le commandant supérieur, par intérim, envoya en mission auprès de Samory le lieutenant indigène Alakamessa. C'était une mission évidemment pacifique : on demandait à Samory d'épargner Kéniéra. Le conquérant, qu'Alakamessa dut aller trouver loin du Niger, à Galaba, prit la démarche comme un ordre d'avoir à abandonner ses projets de conquête. Alakamessa, menacé de mort, revint à grand'peine à Kayes.

C'était incontestablement une grave injure infligée au prestige de l'autorité militaire française. Peut-être que la sagesse eût consisté à laisser Samory tranquille, quitte à se défendre énergiquement s'il avait franchi le Niger et menacé notre mouvement vers le Niger. Mais le colonel Borgnis-Desbordes pensa qu'il était de notre intérêt de laver l'injure faite à notre officier et de tenter d'arrêter, par une campagne énergique, la marche éventuelle de Samory sur la rive gauche du Niger.

C'est dans ces conditions que la colonne du Haut-Sénégal, dont l'objectif pour la saison 1881-1882 était le simple ravitaillement des forts de Bafoulabé et de Kita, fut dirigée contre Samory. Parti de Kita, le 16 février 1882, avec deux cents hommes de troupe, le lieutenant-colonel Borgnis-Desbordes se dirigea sur Kéniéra où il arriva le 26. L'armée de Samory avait, suivant la mode soudanaise, édifié deux réduits fortifiés (sagnés), d'où elle surveillait la ville assiégée. La petite troupe française enlève le sagné du nord ; Samory évacua avant l'attaque du sagné du sud : c'était un succès, mais sans profit, car, depuis plusieurs jours, les défenseurs de Kéniéra s'étaient rendus à Samory. Et, quand la petite colonne revint sur ses pas, elle fut poursuivie par les troupes de Samory, dont elle ne fut délivrée qu'après le combat de Koba.

Elle revint à Kita le 11 mai 1881, n'ayant pas sauvé les gens de Kéniéra, et ayant décidé Samory à entrer en hostilités avec nous. La pénétration de la France vers le Niger cessait d'être pacifique. C'est à main armée qu'elle allait décidément avoir à se faire.

Samory n'était pas un homme à reculer devant nous. Son échec du marigot de Koba n'était pas de telle nature qu'il pût désespérer de nous vaincre. Aussi, franchissant le Niger, il envoya un de ses lieutenants, Fabou, menacer directement la colonne qu'au printemps de 1883 le lieutenant-colonel Borgnis-Desbordes dirigeait de Kita sur Bammako. Cette colonne ne comprenait pas moins de 540 hommes. Elle commença par enlever la place forte toucouleure de Mourgoula, au sud-est de Kita, la place bambara de Daba, avant de fonder, sur le Niger, le fort de Bammako, point terminus de notre voie de pénétration du Sénégal vers le Soudan. Le fort de Bammako, commencé le 1er février, fut terminé à la fin du mois de mars : c'est au moment où la colonne du colonel Desbordes se préparait à rentrer à Kayes que l'on signala la marche des bandes de Samory : 4.000 fantassins et 200 cavaliers, commandés par Fabou, s'avançaient vers Bammako. Le lieutenant-colonel Desbordes les attaqua sur la route de Kita, au marigot d'Oneyako, les 2, 3 et 5 avril 1883. Le lieutenant de Samory fut battu ; toutefois la durée de la lutte indique assez son opiniâtreté. Fabou tenta de revenir à la charge : il fut encore battu trois fois. Mais Samory en était quitte pour reformer de nouveaux contingents. Fabou resta sur la rive gauche du Niger, à la hauteur de Tangabé, à 100 kilomètres sud-ouest de Ségou : la ligne de Kita-Bammakou n'était pas encore garantie contre les attaques de Samory !

L'année 1884 ne fut signalée par aucun événement de guerre important. Mais un fait politique

Fig. 1. — *Le Soudan français.*

grave se produisit : Ahmadou quitta Ségou pour se rapprocher du Sénégal, et il alla se fixer dans le Kaarta, à Nioro, d'où il put nous surveiller de plus près. Il menaçait nos communications au nord, tandis que Samory nous inquiétait vers le sud-est.

Le commandant Combes, commandant supérieur du Haut-Sénégal pour la saison 1884-1885, marcha sur Samory, qui assiégeait le petit poste français de Nafadié, au Sud-Est de Niagassola, où s'édifiait un fort. La lutte fut chaude : en peu de temps, dix combats furent engagés jusqu'à ce que Samory, battu au marigot de Kokoro (13 juin 1885), songeât à se replier. Mais c'était pour revenir plus en forces l'année suivante. Il fallut que le lieutenant-colonel Frey l'attaquât à nouveau.

Cette fois, la déroute d'une de ses colonnes, dispersée à Fatako-Djingo, amena l'almamy à traiter et à nous reconnaître la possession des territoires situés au nord du Niger et de son affluent de gauche, le Tankisso.

IV. — L'accalmie.

Cette paix nous permit de nous débarrasser d'un nouvel adversaire, le prophète Mahmadou-Lamine qui agita la vallée supérieure du Sénégal, et dont le lieutenant-colonel Galliéni nous débarrassa au cours de la campagne de 1887-1888. Elle eut aussi l'avantage d'amener Ahmadou à traiter également et à conclure, en mars 1887, une convention en vertu de laquelle il plaçait ses États sous notre protectorat.

Une ère de tranquillité s'ouvrit ainsi pour le Soudan. On profita de cette accalmie pour organiser nos nouvelles possessions. Le Haut-Sénégal et le Haut-Niger furent détachés de la colonie du Sénégal et formèrent la colonie du Soudan français. La reconnaissance du Niger fut commencée par la canonnière *Niger*, commandée par le lieutenant de vaisseau Caron. Binger partit pour son beau voyage à travers la boucle du Niger. Enfin, on s'occupa de prolonger, par un petit chemin de fer Decauville de 0m,50, la ligne de chemin de fer de Kayes à Bafoulabé.

Ajoutons que Samory fit preuve alors de dispositions conciliantes. Il avait envoyé en France son fils, le célèbre Karamokko. Il consentit, à son tour, à signer, avec le capitaine Péroz, un second traité par lequel il nous abandonnait le pays situé entre le Tankisso et la rive gauche du Niger.

De cette manière, les États étaient séparés de la colonie anglaise de Sierra-Léone, ce qui facilitait la conclusion d'un arrangement fixant au sud-ouest la frontière du Soudan français.

V. — Nouvelles campagnes contre Ahmadou.

Cet état de paix pouvait-il durer en raison du caractère turbulent des populations soumises ? Les uns prétendent que oui. D'autres affirment le contraire. Ce qui est certain, c'est que la lutte reprit avec Ahmadou d'abord, avec Samory ensuite.

Le commandant Archinard, de l'artillerie de marine, commandant supérieur du Soudan en 1888-1889, s'attacha tout d'abord à compléter l'organisation administrative de la colonie, à s'occuper du chemin de fer, à envoyer le lieutenant de vaisseau Jaime en mission vers Tombouctou avec le *Niger* et le *Mage*. Plus tard, il dut rouvrir la période des guerres, à la suite de l'affaire de Koundian.

Koundian était une ville forte toucouleure, une des anciennes citadelles que El Hadj Omar avait construites dans le pays Bambara, et qui s'élevait dans la vallée du Sénégal, à 60 kilomètres dans le sud-est de Bafoulabé. Les gens de Koundian auraient voulu continuer leurs déprédations habituelles chez les populations voisines, qui étaient jadis sous leur dépendance. On leur fit des remontrances, amicales d'abord, plus énergiques ensuite. Les Toucouleurs, toujours prêts à la lutte, se laissèrent entraîner par les fanatiques de leur race. Koundian devint un centre de résistance. Rien ne dit qu'il n'aurait pas été possible d'avoir raison des Toucouleurs de Koundian par l'intermédiaire du chef des Toucouleurs, notre protégé Ahmadou, sultan de Ségou et de Nioro. Mais on préféra traiter isolément la question de Koundian. Des fautes furent commises pendant un intérim de gouvernement; les gens de Koundian commencèrent les hostilités et on dut finalement avoir recours à la force brutale. Le commandant Archinard marcha contre la ville, qui fut canonnée et enlevée d'assaut après un vif combat.

Ce fut, il est vrai, le seul acte de guerre de la saison 1888-1889, mais il eut les plus graves conséquences. Ahmadou, qui est loin d'être un homme de guerre, poussé par les chefs de son royaume, se prépara à entrer en lutte ouverte avec nous. Il fit alliance avec Abdoul Boubakar, le chef du Fouta sénégalais, avec Samory, et bientôt un mouvement hostile se manifesta sur toute notre ligne depuis le Moyen-Sénégal jusqu'au Niger.

Le lieutenant-colonel Archinard ne voulut pas attendre que la coalition pût nous assaillir de toutes parts. Il se prépara résolument à la guerre en attaquant d'abord les Toucouleurs. A la fin de l'année 1889, il concentra une colonne avec laquelle, le 6 avril 1890, il enleva Ségou à Madani, qu'Ahmadou son frère, avait laissé dans ses provinces du Niger. Puis il revint vers le Kaarta, où Ahmadou concentrait ses troupes; il prit les forteresses toucouleures d'Ouossébougou à l'est de Kaarta, de Koniakary, au sud-ouest de ce même pays, remettant à l'année suivante la suite de ses opérations de guerre.

Le 1er janvier 1891, il entrait à Nioro, évacué par Ahmadou; le 3 du même mois, il surprenait à Youri les Toucouleurs désorientés par la vigueur avec laquelle ils étaient attaqués. Ahmadou, défait, s'enfuit auprès de son frère Tidiani dans le Macina, et les Toucouleurs du Moyen-Niger durent se résigner à revenir vers le Sénégal, en abandonnant les provinces qu'El Hadj Omar leur avait conquises.

Cet exode, dont on a beaucoup parlé à l'époque, ne laissa pas d'agiter tout le pays. Le lieutenant-colonel Archinard dut retourner à Ségou compléter la soumission des pays voisins de l'ancienne capitale d'Ahmadou, et, marchant brusquement vers le sud-ouest, il alla fondre sur les contingents que Samory concentrait dans la vallée du Milo, à proximité de notre poste de Siguiri.

VI. — Nouvelle guerre contre Samory.

Samory, battu, abandonna Kankan où un nouveau poste fut fondé, battit en retraite sur Bissandougou, son ancienne capitale, qu'il livra aux flammes après les combats de Kokouna et de Diamanko (9 avril 1891) où il opposa une vive résistance à notre colonne.

Nos troupes, épuisées par cette audacieuse campagne, revinrent sur leur base d'opération. Leur chef, atteint d'une bilieuse hématurique, rentra en France fatigué — on le serait à moins — par ses trois commandements consécutifs, et, pendant ce temps, les bandes de Samory, reconstituées, viennent prendre position autour de Kankan. C'est une nouvelle guerre en expectative!

Au lieutenant-colonel Humbert, qui eut le commandement du Soudan pendant la saison 1891-92, échut la lourde tâche de commencer la désorganisation des troupes de Samory qui avait pu, avec le concours des Anglais de Sierra-Leone, se créer des troupes d'élite, armées de fusils à répétition, et largement approvisionnées de munitions de guerre. Kankan est débloqué, Bissandougou est réoccupé, les villes de Sanankoro et Kérouané sont prises et conservées comme bases d'opérations pour la prochaine campagne, campagne remarquable à tous égards au point de vue militaire et qui fit le plus grand honneur au commandant de la colonne : le lieutenant-colonel Combes.

Dans un raid fantastique de 900 kilomètres, la colonne Combes parcourut le pays qui s'étend à l'ouest du Milo jusqu'au Baoulé, affluent de droite du Niger et jusqu'au fleuve Cavally, qui s'écoule dans l'océan Atlantique. La partie principale des troupes de Samory fut atteinte, bousculée, poursuivie l'épée dans les reins, disloquée finalement, pendant que, dans le Haut-Niger, les capitaines Briquelot et Dargelos, à la tête de colonnes secondaires, traitaient de la même manière les bandes avec lesquelles Samory tenait les provinces voisines de Sierra-Leone. En quelques semaines, toute la région qui s'étend entre le Niger, la république de Liberia et le Haut-Cavally était conquise et maintenue sous notre autorité par les postes de Farannah, de Kissidougou et de Beila. Samory perdait toutes les provinces qui étaient le berceau de sa puissance.

Pendant ce temps, au nord, le colonel Archinard, revenu au Soudan, formait une colonne, traversait le Kaarta, passait à Ségou, écrasait à Djenné ceux qui voulaient menacer nos possessions du Moyen-Niger, allait à Mopti, et à Kori-Kori, près de Bandiagara, la capitale du Macina, mettait en fuite les contingents qu'Ahmadou avait pu grouper autour de lui, après avoir succédé à son frère Mounirou, lequel avait hérité de Tidiani.

La double et brillante campagne de Combes et d'Archinard détruisait ainsi au Soudan toute résistance sérieuse contre nous. On put espérer que dorénavant le Soudan conquis, et bien conquis, l'œuvre de pénétration économique allait reprendre. On se prit à penser à nouveau au chemin de fer du Niger. On prépara une mission hydrographique sur le fleuve; on substitua le gouvernement civil au gouvernement militaire pour bien montrer que l'ère des conquêtes militaires était close. Les détracteurs systématiques du Soudan n'avaient guère de motifs pour continuer leurs critiques, quand une catastrophe vint tout remettre en question.

VII. — Espérances et déceptions

L'anéantissement de la colonne Bonnier à Dougoï (12 janvier 1894), quelques jours après l'occupation militaire de Tombouctou, montra à tout le Soudan stupéfait, au lendemain même des retentissantes victoires d'Archinard et de Combes, que les Français n'étaient pas invincibles. Nos adversaires reprirent d'autant plus confiance que le Gouvernement, afin d'éviter le retour de ces pénibles événements, avait donné des ordres formels pour que les garnisons de nos postes restassent sur la plus expresse défensive : cela se comprenait d'autant mieux que toutes les forces disponibles furent envoyées dans la région de Tombouctou, dont la garnison exige, avec les postes voisins, un bataillon de troupes indigènes.

Samory, que le colonel Bonnier avait battu, le 4 décembre 1893, à Faragara, près de Ténétou, reprit espoir. Chassé du Haut-Niger, il pensa retrouver dans les territoires Tiéba une compensation aux pertes qu'il avait éprouvées; il concentra une partie de ses bandes dans la vallée du Bagoé, menaçant Sikasso, la capitale de Babemba, le fils et successeur de notre allié Tiéba. En même temps,

son lieutenant Sékouba hâtait sa marche, au sud, vers le pays de Kong, que Binger a, on s'en souvient, placé sous notre protectorat.

Les derniers événements de la Côte d'Ivoire, l'échec de la colonne du lieutenant-colonel Monteil aux environs de Kong (février-mars 1895), la retraite que nos troupes ont dû subir devant Samory, montrent que notre vieil adversaire, si souvent battu, est, aujourd'hui, plus puissant que jamais. Nous lui avons pris ses États du Haut-Niger, c'est vrai : seulement il s'est refait un royaume aux environs de Kong et il a pour lui le prestige que lui donnent à la fois ses derniers succès et nos récents désastres.

Voilà dans quelle situation se trouve aujourd'hui le Soudan après quinze ans de luttes! Notre pénétration vers le Niger a abouti à une guerre de conquêtes dont on ne prévoit pas la fin. Sans doute, nos arrière-neveux nous devront cette colonie dont ils sauront évidemment tirer de larges profits. Mais notre génération, tout en songeant à l'avenir, doit-elle se rappeler les mots d'Horace : *Quid ferre recusent, quid valeant humeri?* Or l'examen de nos dépenses pour le Soudan prête à de sérieuses méditations. En voici le relevé annuel depuis l'origine.

1880	1.300.000 francs
1881	6.685.000
1882	8.173.000
1883	7.690.000
1884	6.647.000
1885	4.997.000
1886	3.758.000
1887	2.934.000
1888	2.882.000
1889	2.889.000
1890	3.457.000
1891	4.984.000
1892	7.529.000
1893	8.009.000
1894	12.230.000

soit, au total, plus de 84 millions de francs.

Évidemment, il ne faut pas exagérer la valeur, comme élément d'appréciation, de semblables calculs. Ce serait un jeu enfantin que de comparer entre elles les additions des différents services civils et militaires de notre pays. Mais, en ce qui concerne le Soudan, on voit les dépenses tripler en quelques années, alors qu'on cherche vainement la contre-partie des sacrifices imposés au pays. Et, de plus, ce qui prouve la situation absolument anormale, c'est que les dépenses supplémentaires sont passées de 2.340.000 francs en 1892 et 2.289.800 francs en 1893 à 6.011.000 en 1894.

VIII. — Notre œuvre économique au Soudan

Qu'est devenu le programme du général Faidherbe au milieu de cette série d'expéditions militaires sans cesse renouvelées? Peu de chose pour le moment.

Certes, on a construit la ligne de Dakar à Saint-Louis, ligne dont l'exploitation donne des résultats très satisfaisants. Elle a assuré la pacification totale du Cayor, et, chaque année, on voit diminuer les charges imposées à la métropole à titre de garanties diverses. Le total de ces garanties était de 2.676.000 francs en 1886 : il est descendu à 1.268.000 francs en 1892 et à 1.174.000 francs en 1894.

De Saint-Louis à Kayes, la navigation du Sénégal s'effectue très facilement dans la période des hautes eaux. « Du 15 juillet au 15 septembre, écrit le commandant Andry, des navires de mer de 1.500 à 2.000 tonneaux, peuvent remonter jusqu'à Kayes. Depuis 1890, les approvisionnemens de l'État pour le Soudan sont transportés directement de Bordeaux à Kayes par des steamers de 2.000 tonneaux.

« Du commencement de juillet au 15 octobre, des navires de 400 tonneaux ont accès à Kayes avec un tirant d'eau de 2m,50 : enfin, des bateaux de 50 tonneaux peuvent atteindre la capitale du Soudan français jusqu'au 15 novembre. Le voyage, aller et retour, de Saint-Louis à Kayes est de 10 jours.

« On pourrait évacuer, chaque année, par le Sénégal, 100.000 tonnes de marchandises, dans chaque sens. »

A cet égard, de réels progrès ont été réalisés et il importe de signaler encore la création, en 1891, d'un service régulier de bateaux à vapeur entre Saint-Louis et Kayes.

Mais où en sont les travaux du chemin de fer du Niger? Aux débuts de la conquête du Soudan, on a commencé la construction de la ligne de Kayes à Bafoulabé : seulement dans quelles conditions? Au moment où se formaient des colonnes qui allaient guerroyer dans le Haut-Pays! A la fin de 1886, on n'était encore arrivé qu'à Diamou, à 54 kilomètres de Kayes, et c'est grâce à l'activité du colonel Galliéni qu'en 1888, on parvint à Bafoulabé. A ce moment, on avait dépensé 13.745.471 francs pour les 132 kilomètres exécutés.

Depuis il a fallu procéder à une réfection partielle de certains passages défectueux, modifier quelques parties du tracé, ce qui a occasionné une dépense supplémentaire de 1.200.000 à 1.300.000 francs. En somme, c'est seulement à partir du 1er janvier 1893 que la voie a pu être ouverte à l'exploitation commerciale.

D'après les renseignements qui nous ont été communiqués, les recettes du chemin de fer ont été les suivantes :

1893....	129.600 fr. 17
1894.. ...	269.365 fr. 83

A Bafoulabé était le point terminus de la première section de la ligne du Sénégal au Niger. Les colonels Galliéni et Archinard, désireux de faciliter les ravitaillements de nos postes, ont fait établir un Decauville le long de la route qui va de Bafoulabé à Badumbé. En 1887 et 1888, on a construit une ligne de 0 m. 50 entre Bafoulabé et Dioubéba (43 kilomètres). Cette voie à faible échantillon (4 k. 500 par mètre courant) a rendu de très grands services, mais elle a été bientôt hors d'usage. On lui a substitué en 1890-91 sur les 38 premiers kilomètres, une voie de 0 m. 60 sur lesquels on a d'abord effectué une traction à l'aide de mulets. Plus tard, en raison de la grande mortalité de ces animaux, on a remplacé la traction animale par la traction mécanique. Les cinq derniers kilomètres de la voie de 0 m. 50 ont été récemment remis à la voie de 0 m. 60, en attendant une transformation inévitable en voie de 1 mètre : curieux témoignage de l'unité de vues qui préside à nos affaires du Soudan.

IX. — Les voies de communication au Soudan

En vue de remédier aux inconvénients divers résultant du ravitaillement de nos ports par les moyens actuels qui sont lents, pénibles et onéreux, on a décidé d'étudier très soigneusement le prolongement de la ligne actuelle.

Dans le courant des années 1891 à 1893, les commandants Marmier et Joffre ont procédé à une étude sur place du chemin de fer, lequel serait à la largeur de un mètre, la seule qui convienne pour les pays chauds où les orages sont si nuisibles à la plate-forme des voies. La longueur de la ligne serait de 433 kilomètres groupés en trois sections : Bafoulabé à Kita par Badumbé (200 kilomètres), Kita à Bammako (196 kilomètres), Bammako à Toulimandio (42 kilomètres, dont 5 empruntés à la section précédente), de manière à aboutir à un point où le Niger est navigable de juillet à janvier, pour les bateaux calant de 1m,50 à 2 mètres. Entre Bammako et Toulimandio se trouvent les roches de Sotuba, qui sont un obstacle très sérieux à la navigation.

Que coûterait ce chemin de fer?

39 millions, disent les auteurs des projets, en majorant de 10.000 francs le coût kilométrique de la voie Dakar-Saint-Louis qui, prévu pour 68.000 francs, a finalement atteint 70.000 francs. Evidemment, dans le Haut-Sénégal le travail est autrement difficile que dans le Bas-Fleuve, et on peut se demander si cette majoration est suffisante. Or, si les 54 premiers kilomètres de la voie de Kayes à Bafoulabé sont revenus à 156.500 fr., par contre, les derniers, matériel roulant compris, n'ont coûté que 83.500 fr. On peut donc penser qu'avec l'expérience du passé le chiffre des prévisions pourra être d'autant plus adopté définitivement que les travaux d'art sont très peu nombreux, et que les officiers qui ont tracé les plans, appartenant au régiment des chemins de fer, sont particulièrement compétents dans l'espèce.

Le commandant Andry, qui a été longtemps chef du bureau militaire au Ministère des Colonies, a, à ce propos, fait une étude économique du Soudan. Il pense que le chemin de fer, quand il aura atteint le Niger, pourra réaliser un produit kilométrique de 9.315 francs, alors qu'avec 8.200 francs on couvrirait les frais d'exploitation et les charges du capital. Nous donnons ces chiffres à titre d'indication, ne voulant pas les discuter et n'ayant même pas besoin de les discuter.

La question du chemin de fer doit, en effet, se régler par des considérations autres que celles tirées de calculs plus ou moins exacts sur le développement éventuel du commerce soudanais, car le Soudan est aujourd'hui un pays dévasté par un demi-siècle de guerres incessantes. Il possède des régions actuellement riches, telles les vallées supérieures du Niger et les contreforts du Fouta-Djallon; il présente de sérieuses espérances dans le Moyen-Niger, grâce aux plaines inondées chaque année entre Ségou et Tombouctou où, parmi les produits naturels, le coton se rencontre en abondance. Avec la paix, les indigènes repeupleront leurs villages déserts et l'action du soleil africain sur les alluvions fertilisantes du fleuve ramènera la richesse signalée jadis par les voyageurs du moyen âge, avant les conquêtes des Musulmans du Nord.

Mais ces considérations sont pour l'avenir. Le présent exige de plus positives raisons : le Soudan n'a pas présentement une grande valeur économique.

Si sa conquête était à refaire, il est de toute évidence qu'on procéderait autrement; mais ces regrets sont superflus, et l'on doit se demander simplement si l'on peut, si l'on doit maintenant abandonner nos acquisitions.

La réponse est aisée. On ne peut évacuer le Soudan sous peine de compromettre toute notre œuvre en Afrique : c'est menacer l'existence de nos colonies du Sénégal, de la Guinée et de la Côte d'Ivoire, c'est laisser, dans toute l'Afrique du Nord, libre carrière à nos rivaux, à nos ennemis : c'est s'exposer à recommencer un jour dans des conditions autrement lourdes notre œuvre d'expansion africaine.

Il faut se résigner à rester à Tombouctou, à Ségou, à Bammako et à Beila, et à protéger contre les Samorys un front de bandière d'environ 1.500 kilomètres. Comment dès lors ravitailler des postes éloignés les uns des autres de centaines de kilomètres? De Toulimandio à Tombouctou il y a, par le Niger, de 7 à 800 kilomètres : pour tenir le fleuve et ravitailler nos postes, il faut des canonnières et des chalands; or, l'expérience du *Maye* et du *Niger* prouve qu'on ne fera œuvre sérieuse que le jour où l'on pourra arriver facilement aux bords du fleuve.

La construction méthodique du chemin de fer est la conséquence même de l'obligation où nous sommes de garder nos conquêtes. Chose singulière, qui eût paru monstrueuse aux initiateurs du programme de 1879, les transactions commerciales viendront par surcroît. Elles atténueront simplement les charges d'exploitation de cette voie essentiellement militaire.

Sans doute, il y a d'autres choses à faire. Le Ministre des Colonies annonce l'ouverture d'une route de 400 kilomètres allant de Konakry (Guinée-Française) à Farannah sur le Niger avec un prolongement éventuel de 120 kilomètres sur Kouroussa. Cette voie doit ravitailler le Haut-Niger, mais elle ne servira pas à grand'chose pour la vallée moyenne du fleuve. En effet, car elle ne saurait sérieusement être opposée à la route de Bafoulabé à Bammako et encore moins au chemin de fer de Kayes au Niger. On parle encore du Transnigérien du capitaine Marchand, allant de la côte d'Ivoire à Mopti par le Bandama, fleuve qui se déverse dans l'Atlantique, et le Bagoé, le grand affluent du Niger; 200 kilomètres du chemin de fer relieraient les biefs navigables des deux cours d'eau. Seulement, car il y a un seulement, Samory devra être vaincu avant que l'on songe à utiliser cette voie que le puissant chef musulman menace de ses nouvelles possessions de Kong.

Il faut donc s'en tenir au programme de 1879 et poursuivre le chemin de fer du Niger; ce sera le seul moyen pratique de réduire les dépenses militaires de la colonie et de hâter l'apparition de ce jour fortuné où le Soudan rendra un peu de ce qu'il aura coûté!

XXX.

SUR LA PRÉPARATION INDUSTRIELLE

DU CARBURE DE CALCIUM

Dans un article paru dans le dernier numéro de *la Revue générale des Sciences*, M. Urbain attribue, d'après le Dr Suckert, la préparation électrolytique du carbure de calcium à M. L. Wilson, de la Caroline du Nord. M. Urbain fait remarquer que les recherches de M. Wilson ont été commencées en 1888, puis il donne d'intéressants détails sur le four électrique de M. Wilson. Je tiens sur ces différents points à faire une réclamation de priorité.

1° M. Wilson assure qu'il a commencé ses séries d'expériences dès 1888. Comme il n'a rien publié sur ce sujet à cette époque, cette date ne peut avoir aucune signification. En science, la publication seule établit la priorité.

2° M. Wilson a pris en Amérique une patente n° 492.377 du 21 février 1893) ayant pour titre : *Réduction électrique des composés métalliques réfractaires.*

Je ferai remarquer que ma première recherche sur le four électrique à réverbère et à électrodes mobiles a été publiée aux *Comptes Rendus* de l'Académie des Sciences à la date du 12 décembre 1892. Dans cette première Note, je signale la réduction par le charbon, sous l'action de la chaleur de l'arc, des oxydes regardés jusqu'ici comme irréductibles :

« L'oxyde d'uranium, qui est irréductible par le charbon aux plus hautes températures de nos fourneaux, est réduit de suite à la température de 3000°. En dix minutes, il est facile d'obtenir un culot de 120 grammes d'uranium. Les oxydes de manganèse, de chrome sont réduits par le charbon en quelques instants. »

Je cite aussi, dans cette Note, la formation accidentelle du carbure de calcium par l'action des vapeurs de calcium sur les électrodes de charbon.

Examinons maintenant ce que renferme la patente n° 492.377 de M. L. Wilson.

Je ne discuterai pas la forme de son four, qui rappelle, à s'y méprendre, le four Cowles et le four Grabau; je ne veux retenir que la valeur des résultats. D'ailleurs, M. Wilson n'a pas séparé dans son four l'action calorifique de l'arc de son action électrolytique. Cela se reconnaît facilement à ce qu'il dit de la magnésie.

Dans la description de son brevet, M. Wilson

insiste longuement sur l'action de l'arc électrique sur la magnésie, sur un mélange de charbon et d'alumine ou de charbon et de magnésie. Il indique que la magnésie ou l'alumine peuvent être amenées à l'état liquide sous l'action de l'arc et il détaille avec soin les difficultés que présente, pour la « machinerie », la résistance d'un semblable bain au passage régulier du courant. C'est alors, — et là est le fond même de son brevet, — qu'il ajoute du charbon en poudre pour former une masse fritée et éviter tout bain liquide. Il doit ensuite reprendre le métal produit en faisant tomber, sur le mélange précédent, du cuivre liquide qui fournira un bronze d'aluminium. Voilà le point important du brevet de M. Wilson. Il insiste beaucoup sur ce qu'il ne se produit pas de bain de fusion.

En passant, et à la fin de son brevet, il dit seulement :

« Je crois mon invention applicable à la réduction « des métaux suivants, à savoir : Baryum, Calcium, « Manganèse, Strontium, Magnésium, Titane, Tungstène « et Zirconium. Dans la fabrication des bronzes, je me « propose de l'appliquer à la préparation des bronzes « contenant du Silicium et du Bore. ».

Pas un seul procédé de préparation, pas une analyse des produits obtenus.

Et plus loin M. Wilson ajoute :

« J'ai déjà employé mon invention pour la réduction « de l'oxyde de calcium et la production du carbure de « calcium. »

Un point, c'est tout. — Sans dire s'il existe un ou plusieurs carbures de calcium, M. Wilson insiste à nouveau, dans ses revendications, sur ce fait qu'il ajoute assez de charbon pour ne jamais obtenir un bain fondu. Il regardait à cette époque la préparation du carbure de calcium comme électrolytique. Du reste, M. Wilson, en 1895, a changé d'avis, car, dans une demande de brevet faite en Allemagne en janvier 1895, il dit textuellement :

« Jusqu'à présent, on considérait la fabrication du « carbure de calcium non comme un procédé de fusion, « mais comme une opération électrolytique ; j'affirme « cependant que la formation du carbure de calcium, « réalisée dans les conditions ci-dessus, doit être con- « sidérée comme un simple procédé de fusion. »

D'un brevet à l'autre, les idées de M. Wilson ont complètement changé ; cela peut tenir à la Note que j'ai publiée, en mars 1894, à l'Académie des Sciences de Paris, Note dans laquelle j'ai étudié complètement la préparation régulière, les propriétés physiques et la composition chimique du carbure de calcium.

Du reste, dans sa patente de 1893, M. Wilson, qui n'a su trouver qu'un mot pour le carbure de calcium, qui n'a même pas indiqué qu'il était décomposé par l'eau en donnant de l'acétylène, a breveté une grande partie de la Chimie minérale. Je lui ferai sur ce point une seule remarque. Il insiste beaucoup sur ce que les produits obtenus sont des poudres et non pas des matières fondues. Dans ces conditions, il est impossible d'obtenir le Titane, que M. Wilson dit avoir préparé. Ou il n'a pas fait l'expérience, ou il n'a fait aucune analyse du produit recueilli. Après mes premières recherches sur le Manganèse, le Chrome, le Tungstène, le Molybdène, l'Uranium, j'ai passé deux années à étudier cette préparation du Titane. Je la regarde comme une des plus difficiles de la Chimie minérale, et, lorsque l'on n'opère pas la fusion des corps (ainsi que M. Wilson le réclame si bien), il est impossible d'obtenir le Titane.

Dans un brevet qui traite particulièrement de la fabrication des alliages d'Aluminium et de Magnésium, cette revendication touchant le carbure de calcium, la préparation du Baryum, Calcium, Strontium, Manganèse, Magnésium, Titane, Tungstène et Zirconium, me paraît exagérée. Cette revendication est une de ces phrases banales que l'on emploie souvent à la fin d'un brevet lorsque l'on veut englober un certain nombre de questions à étudier. Elle ne peut avoir aucune valeur au point de vue de la priorité des découvertes.

J'ai été surpris que tous les chiffres relatifs aux propriétés physiques et chimiques du carbure de calcium pur et cristallisé cités par M. Lewes, à Londres, et reproduits par M. Hempel, à Berlin, aient été tirés de ma Note à l'Académie des Sciences du 5 mars 1894, sans qu'on ait rappelé que ces expériences m'appartenaient.

Pour en revenir au brevet de M. Wilson, je n'ai qu'un mot à ajouter : La science ne se contente pas d'une assertion, elle demande des preuves. Il ne suffit pas de dire : « J'ai obtenu tel ou tel corps », il faut donner la méthode de préparation, les analyses des produits obtenus, leur formule de constitution et leurs propriétés. C'est ce que M. Wilson, dans son brevet, a oublié de faire.

H. Moissan,

de l'Académie des Sciences.
Professeur à l'Ecole Supérieure de Pharmacie.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LES TRANSPORTS DE FORCE ET LES TRANSFORMATEURS DE GRANDE PUISSANCE — TRAITEMENT ÉLECTROLYTIQUE DES SELS D'ALUMINIUM — COMMUTATEUR AUTOMATIQUE

L'emploi de l'électricité a rendu réellement pratique, au point de vue industriel, l'utilisation des chutes d'eau. En France, nous en trouvons quelques exemples, mais c'est surtout en Suisse, pays beaucoup plus favorisé sous ce rapport, qu'il faut les chercher. La Suisse s'est couverte, depuis une dizaine d'années, d'une multitude d'usines, empruntant à des sources naturelles l'énergie qui leur est nécessaire. Nous en avons donné, l'an dernier [1], une liste déjà longue, mais cependant très incomplète et n'offrant qu'une faible idée du nombre presque colossal des installations hydrauliques qui ont surgi chez nos voisins. On connaît, d'autre part, la gigantesque entreprise des Américains : ils vont utiliser une partie des chutes du Niagara; les travaux d'aménagement sont sur le point d'être terminés. C'est par milliers de chevaux qu'ils comptent l'énergie dont ils bénéficieront.

Malheureusement, il arrive très souvent qu'il est impossible d'installer une usine industrielle à l'endroit même de la chute d'eau. Les raisons peuvent en être très diverses : c'est, par exemple, la difficulté des moyens de communication. Ou bien encore, la somme d'énergie fournie par la source est trop grande pour être complètement utilisée sur place. On a recours alors à un transport de force, problème dont l'électricité offre une solution qui est souvent la plus simple et la plus économique, et quelquefois aussi la seule possible pratiquement : c'est ainsi que le courant fourni par les dynamos du Niagara sera utilisé à des distances de plusieurs centaines de kilomètres. Mais ce n'est pas impunément que l'on transporte la force de cette façon; il y a perte en route. Quelle est la valeur de cette perte, et comment peut-on la réduire à un minimum?

La puissance fournie par une génératrice est proportionnelle au produit EI du courant I qu'elle fait naître par la différence du potentiel E à ses bornes. Il en est de même de la puissance utilisée par un moteur, I étant, dans ce cas, le courant qu'il reçoit. D'autre part, le long d'un circuit, l'énergie perdue est proportionnelle au produit RI^2 de la résistance électrique R du circuit par le carré du courant qui le parcourt. Que faut-il donc pour diminuer la perte de charge dans un transport de force? Il faut évidemment diminuer R et I. Diminuer R, c'est-à-dire augmenter la section des conducteurs, n'est pas en général une solution économique. Elle exige des dépenses de cuivre exagérées; elle est, en outre, peu avantageuse, puisque R n'entre qu'au premier degré dans l'expression de la perte d'énergie. C'est donc I qu'il importe surtout de diminuer. Mais alors, à égalité de puissance, il faut augmenter E dans la même proportion que l'on diminue I, ce qui conduit à l'emploi des dynamos à très haut voltage. On s'est aventuré avec prudence dans cette voie : on se bornait avant ces dernières années à des tensions ne dépassant pas 1.000 ou 1.500 volts. C'est qu'en effet, si les tensions de quelques centaines de volts sont inoffensives, les tensions élevées sont terriblement dangereuses. Aujourd'hui cependant, on envisage avec sérénité des tensions de 3.000 et même 5.000 volts. Mais on n'emploie jamais directement le courant fourni sous de grandes différences de potentiel. On abaisse celles-ci au moyen des *transformateurs* avant de livrer le courant aux clients. Le transformateur reçoit, par exemple, un courant de 10 ampères sous une tension de 5.000 volts; il rend, abstraction faite des pertes inévitables, un courant de 500 ampères sous une tension de 100 volts. Des deux côtés le produit EI est le même et égal ici à 50.000. La puissance utilisable reste donc aussi la même : théoriquement, le transformateur rend intégralement l'énergie qu'on lui fournit, mais sous une autre forme. En pratique, il en absorbe un peu.

Nous laisserons de côté, pour l'instant, la transformation des courants discontinus en courants continus, en courants polyphasés, etc., pour ne nous occuper que de la transformation des courants alternatifs simples en courants alternatifs simples — cas qui comprend d'ailleurs la transformation, phase par phase, des courants polyphasés. Les appareils qui réalisent cette transformation, c'est-à-dire ceux que l'on a plus particulièrement l'habitude d'appeler des transformateurs, sont, théoriquement et pratiquement, les appareils les plus simples que l'on puisse imaginer. Ils ne présentent aucune partie mobile et sont ainsi à l'abri d'une importante cause de perte d'énergie, due aux frottements et résistances passives des pièces en mouvement. Mais d'autres causes viennent absorber un peu de l'énergie qu'on livre à ces appareils : ce sont les aimantations et désaimantations du fer, les courants qui circulent à travers les fils des transformateurs, puis ceux que l'on appelle courants de Foucault et qui naissent toujours à l'intérieur du noyau, quels que soient les soins que l'on prenne pour les éviter. Cette absorption d'énergie produit de la chaleur, qu'il peut être intéressant d'enlever au transformateur, tant au point de vue de son rendement qu'à celui de sa conservation. Cette question, à peu près négligeable cependant pour des transformateurs de puissance relativement faible, devient excessivement importante lorsque cette puissance augmente, soit que l'on ait à éclairer un secteur très peuplé et très resserré, soit que l'on ait à fournir l'énergie nécessaire à une grande usine. Les deux hypothèses se réalisent très souvent lorsqu'il s'agit d'un réseau gigantesque tel que celui du Niagara. On obtient alors une dépense d'installation bien plus faible et un rendement bien meilleur en employant des transformateurs aussi puissants que possible. On en construit qui sont de 100, 150 et même 200 kilowatts, 150 et 200 kilowatts correspondent respectivement à environ 200 et 270 chevaux-vapeur. De tels transformateurs, lorsqu'ils sont en service, doivent être refroidis par un artifice quelconque. On a proposé, tantôt une circulation d'huile, tantôt une circulation d'eau. Le liquide, huile ou eau, est refroidi à sa sortie du transformateur et y retourne ensuite. De telles méthodes sont efficaces, sans doute, mais ne laissent pas d'être un peu compliquées, surtout lorsque la masse à refroidir est considérable. La *General Electric Company* eut récemment à étudier de puissants transformateurs pour la *Cataract Construction Company*. Elle s'inspira du mode de refroidissement des grandes dynamos, refroidissement dû au courant d'air engendré par la rotation de l'armature. Les transformateurs ne présentant aucune pièce en mouvement, il fallait produire artificiellement un courant d'air. A cet effet, elle adjoignit un ventilateur spécial au transformateur convenablement traversé par des canaux à travers lesquels est poussé l'air froid. La puissance qu'il est nécessaire de fournir au ventilateur varie avec la distance à laquelle il se trouve du transformateur, en même temps qu'avec la capacité de celui-ci. En moyenne, il n'absorbe guère

[1] *Revue gén. des Sciences* du 30 novembre 1894, t. V, p. 874.

plus qu'un quart ou un demi °/₀ de l'énergie fournie au transformateur. L'air peut être envoyé sous l'appareil par les conduits qui servent à loger les câbles primaires ou les câbles secondaires. La disposition est alors simple et peu coûteuse.

L'*Industries and Iron* décrit un procédé tout nouveau de traitement électrolytique des sels d'aluminium. La méthode consiste à soumettre, comme dans le procédé Minet, à l'action du courant électrique un mélange fondu de ces sels. Dans la masse plonge un tuyau H (fig. 1), amenant de la vapeur d'eau. Les sels qui semblent donner les meilleurs résultats sont le chlorure et le fluorure. On obtient un mélange satisfaisant en employant, par exemple, le chlorure d'aluminium et de sodium avec de la cryolithe, et un excès de chlorure de sodium, dans les proportions suivantes :

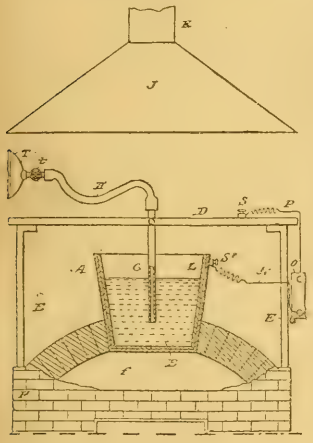


Fig. 1.

Chlorure double d'aluminium et de sodium	15 °/₀
Cryolithe	55
Chlorure de sodium	30

Voici un autre mélange où une partie du chlorure de sodium est remplacée par du chlorure de potassium :

Cryolithe	55 °/₀
Chlorure d'aluminium	12
Chlorure de sodium	19
Chlorure de potassium	14

Naturellement, ces proportions ne sont pas fixes; elles peuvent varier selon les circonstances. On peut aussi employer un mélange de chlorure d'aluminium et de chlorure d'un métal alcalin ou alcalino-terreux avec le fluorure d'aluminium et le fluorure de sodium.

L'emploi de la cryolithe ou des deux sels qui la constituent, — fluorures d'aluminium et de sodium — donne l'avantage que l'aluminium fond et coule en globules, tandis que les chlorures employés *seuls* donnent un aluminium en poudre qu'il faut traiter une seconde fois avant de pouvoir l'employer. Un excès de chlorure de sodium rend le bain plus liquide et favorise la dissolution de la cryolithe.

L'appareil employé dans ce procédé d'électrolyse est représenté dans la figure 1. F est un fourneau ayant un foyer *f* ouvert dans le haut; les bords de cette ouverture portent un creuset tronconique A; T est une chaudière fournissant de la vapeur d'eau par le tube H, dont le débit est réglé au moyen d'un robinet *t*. Le creuset A est un récipient en fer doublé d'une couche de charbon aggloméré L, qui sert de cathode. Une borne S' et un conducteur N établissent la connexion avec le pôle négatif d'une machine dynamo-électrique ou d'une autre source d'électricité O. L'anode G est un tube en charbon suspendu à une barre de fer D posée sur des supports en bois EE, rattachée par la borne S et le conducteur P au pôle positif de la source d'électricité. Au lieu d'un seul tube en charbon, on peut évidemment en employer plusieurs disposés côte à côte. Les matières destinées à former le mélange électrolytique peuvent être fondues séparément et introduites à l'état mou dans le creuset. Quand le courant passe, l'aluminium libre va se déposer à la cathode, le chlore et le fluor se dégagent à l'anode. En même temps, par le tube G, ou par un tube particulier, si on le préfère, arrive un courant de vapeur venant de la chaudière T. L'eau se dissocie et fournit de l'hydrogène, qui transforme le chlore et le fluor en acide chlorhydrique et acide fluorhydrique. Une hotte J et une cheminée K sont disposées au-dessus du creuset pour favoriser l'évacuation des gaz ainsi formés, dont l'action sur les organes respiratoires est pernicieuse. On peut également tendre des étoffes humides, l'eau dissolvant de grandes quantités d'acide chlorhydrique ou fluorhydrique. La température de fusion du mélange est le rouge sombre. — Ce procédé ne diffère essentiellement de celui de M. Minet que par l'adduction de la vapeur d'eau au sein de la masse fondue.

Beaucoup d'opérations où l'électricité est utilisée exigent une surveillance particulière, notamment pour régler le temps pendant lequel le courant doit agir. Par exemple, dans les industries électrolytiques, un ouvrier est chargé de fermer ou d'ouvrir, à certaines heures déterminées, les circuits électriques. C'est pour soustraire ce service aux erreurs dues à la négligence, que *The Charls Plumb Electrical Works*, de Buffalo, viennent de le rendre tout à fait automatique [1]. Ces usines fabriquent, à cet effet, le commutateur que représente la figure 2.

Un ressort D tend à faire tourner autour de son pivot P le levier S. Ce mouvement est contrarié par un levier C, capable lui-même de tourner autour de *p* et retenu par deux lames-ressorts F F, rattachées aux extrémités d'un circuit auxiliaire dont nous verrons tout à l'heure le rôle. Les bornes 1 et 2 sont en communication avec un réseau ou une génératrice électrique, les bornes 3 et 4 avec les appareils d'utilisation. D'autre part, un poids B est susceptible de glisser le long d'une tige *t*. Ce poids est retenu par l'armature A d'un électro-aimant qui est intercalé dans le circuit auxiliaire. Ce circuit, comprenant un ou deux éléments de pile, se ferme lorsque l'aiguille d'une horloge convenablement préparée occupe une certaine position. A ce moment, l'armature A est attirée; le poids B, devenu libre, tombe sur le repos *r* et, dans sa chute, fait pivoter le levier C. Ce mouvement rend libre le commutateur S et lui permet de céder à l'action du ressort D. Le circuit principal est ainsi rompu. Le circuit auxiliaire l'est aussi de son côté, aux bornes F F. On évite ainsi la décharge trop prolongée des piles. Pour remettre l'appareil en état de fonctionner, il suffit de ramener à leur première position le poids B, le levier C et le commutateur S.

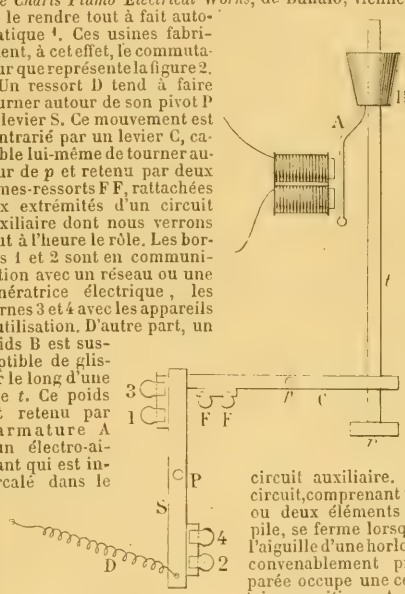


Fig. 2.

A. Gay,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

[1] *The Electrical World*, N° du 5 janvier.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Greenhill (A.-G.), *Professeur de Mathématiques au Collège de Woolwich, membre de la Société Royale de Londres.* — **Les Fonctions elliptiques et leurs Applications**, *traduit de l'anglais, par* M. J. **Griess**, *Professeur au Lycée d'Alger.* — *Un volume in-8° de 572 pages.* (*Prix* : 15 fr.) *G. Carré, éditeur. Paris*, 1895.

Le goût naturel et l'éducation de beaucoup d'étudiants français les portent, quelquefois avec excès, vers les idées générales. Pour ne parler que de Mathématiques, quel professeur n'a rencontré des élèves de nos Écoles et de nos Lycées parfaitement instruits des théories générales et incapables d'en faire une application précise, cependant très facile, possédant, par exemple, la notion d'intégrale définie dans toute sa rigueur, sans savoir effectuer les quadratures les plus élémentaires.

Il est utile que quelques ouvrages viennent réagir contre ces tendances; pour cela, on ne peut trouver mieux que les livres anglais, dans la plupart desquels les idées générales sont amenées peu à peu par l'étude des faits mathématiques ou des questions posées par les sciences physiques. C'est à ce titre que se recommande l'ouvrage de M. Greenhill, dont on ne peut mieux caractériser l'esprit qu'en reproduisant la pensée de Fourier qui lui sert d'introduction :

« L'étude approfondie de la Nature est la source la « plus féconde des découvertes mathématiques. Non « seulement cette étude, en offrant aux recherches un « but déterminé, a l'avantage d'exclure les questions « vagues et les calculs sans issue; elle est encore un « moyen assuré de former l'Analyse elle-même et d'en « découvrir les éléments qu'il nous importe le plus de « connaître et que cette science doit toujours conser- « ver. Ces éléments fondamentaux sont ceux qui se re- « produisent dans tous les effets naturels. »

M. Greenhill se place ainsi à un tout autre point de vue que les auteurs des excellents traités français sur les fonctions elliptiques : Briot et Bouquet, Halphen, MM. Tannery et Molk. Il renonce aux avantages d'unité et d'enchaînement logique que ces auteurs obtiennent en établissant d'abord, par des considérations générales ordinairement empruntées à la théorie moderne des fonctions, les formules et les théorèmes relatifs aux fonctions elliptiques, pour les appliquer ensuite à la Mécanique, à la Physique mathématique, à la Géométrie, à l'Arithmétique; mais il trouve, en revanche, l'avantage bien précieux d'intéresser immédiatement le lecteur qui n'est pas un pur mathématicien, en lui fournissant, dès les premières pages, de belles et importantes applications des fonctions elliptiques.

L'auteur suit en cela une méthode d'exposition analogue à celle de M. Hermite, qui, dans son beau Mémoire *Sur quelques applications des fonctions elliptiques*, commence par montrer comment un problème sur la chaleur conduit aux fonctions doublement périodiques de seconde espèce.

M. Greenhill, en traitant d'abord des questions entièrement élémentaires, montre de même que les fonctions elliptiques s'imposent à l'Analyse pour la résolution de problèmes simples de Mécanique, Géométrie, Physique mathématique. Il commence par les anciennes méthodes de Legendre, Abel, Jacobi, en partant de la notion de l'intégrale elliptique et de la fonction inverse; il ne suppose donc chez le lecteur aucune connaissance sur la théorie générale des fonctions, ni sur la théorie particulière des fonctions elliptiques; et il l'amène peu à peu, par l'étude de problèmes élégamment choisis, sans caractère artificiel, à posséder tous les points essentiels du sujet.

La traduction de M. Griess n'est pas entièrement conforme à l'édition anglaise : M. Greenhill en a augmenté l'intérêt par des remaniements et d'importantes additions, notamment par un appendice de 50 pages entièrement nouveau. — Voici une analyse sommaire de l'ouvrage :

Le livre débute par l'étude des oscillations du pendule simple; les expressions des coordonnées de l'extrémité du pendule en fonction du temps conduisent à la définition analytique des fonctions elliptiques d'une variable réelle et à leurs représentations géométriques et mécaniques. La périodicité du mouvement pendulaire conduit naturellement à la notion de la période réelle des fonctions elliptiques, sn, cn, dn, et aux formules donnant les valeurs de ces fonctions, quand on ajoute à l'argument la demi-période. La période imaginaire est ensuite introduite et interprétée mécaniquement, comme le produit de i par la période de l'oscillation d'un pendule décrivant l'arc supérieur du même cercle, sous l'action de la pesanteur changée de sens.

Après une courte digression sur la dégénérescence des fonctions elliptiques en fonctions circulaires ou hyperboliques, l'auteur revient au mouvement pendulaire, et, par la comparaison des mouvements de deux pendules, dont l'un fait des révolutions complètes, tandis que l'autre exécute des oscillations, il établit les formules qui correspondent à l'échange du module avec son inverse. Puis, viennent quelques applications élégantes, surfaces minima, équation d'Euler, destinées à graver les premières formules dans l'esprit du lecteur.

Dans le second chapitre, l'auteur considère les intégrales elliptiques de toutes les formes possibles; il donne leurs valeurs au moyen des fonctions elliptiques inverses; il introduit la notation de Weierstrass, quand le polynôme sous le radical est du troisième degré.

Ces premières notions, dans le cas de la variable réelle, suffisent pour l'intelligence des applications géométriques et mécaniques auxquelles est consacré le chapitre III. La variété des problèmes choisis en rend la lecture très intéressante, et contribue à familiariser le lecteur avec le maniement des formules.

Le chapitre IV traite du théorème d'addition. Ce dernier est encore rattaché au mouvement simultané de deux pendules en retard l'un sur l'autre; l'auteur en déduit la construction de Jacobi, et une application des plus intéressantes à la construction des polygones de Poncelet, inscrits à un cercle et circonscrits à un autre. M. Greenhill, après avoir très heureusement modifié et complété la partie relative aux pentagones, montre comment ses résultats peuvent être identifiés avec ceux qu'Halphen a trouvés dans le IIe volume de son *Traité*, et donne quelques théorèmes nouveaux. Une dernière application se rapporte à la Trigonométrie sphérique et conduit au tableau des 33 formules données par Jacobi dans ses *Fundamenta*.

Le chapitre V envisage le théorème d'addition sous forme algébrique; sa lecture suppose la connaissance d'un certain nombre de théorèmes d'Algèbre supérieure relatifs à la théorie des formes.

Le chapitre suivant conduit aux intégrales de deuxième et troisième espèces et aux fonctions $Z(u)$ et $\pi(u, a)$.

Dans le chapitre VII paraissent les fonctions ζu et σu de M. Weierstrass. Elles servent à compléter la solution de problèmes qui n'avaient pu être terminés précédemment (chaînette en rotation, élastique gauche algé-

brique, pendule sphérique, toupie). Le théorème d'addition pour les intégrales elliptiques de troisième espèce est établi par une extension de la méthode d'Abel, précédemment employée : elle conduit tout naturellement à la considération des intégrales pseudo-elliptiques. Toute cette partie a été profondément remaniée par M. Greenhill; les calculs ont été plus développés et appliqués à la détermination de certaines herpolhodies algébriques (déjà faite partiellement par Halphen), ainsi qu'à l'élastique gauche.

La double périodicité des fonctions elliptiques est mise en évidence par la considération des ovales de Descartes (chapitre VIII). Puis, vient un chapitre très original, sur les développements des fonctions elliptiques en produits de facteurs et en séries ; ces problèmes sont rattachés à des questions de Physique mathématique, et en particulier aux théories électriques de Maxwell.

Le dernier chapitre se rapporte à la théorie de la transformation. Après l'avoir d'abord rattachée aux considérations physiques du chapitre précédent, l'auteur reprend la théorie algébrique générale, en suivant la méthode indiquée par Jacobi dans ses *Fundamenta*. Un nombre considérable de résultats sont indiqués dans ce chapitre.

L'appendice contient l'étude de l'angle apsidal dans les petites oscillations d'une toupie, la théorie du mouvement d'un solide de révolution dans un liquide indéfini, l'étude de la chaînette sphérique et de quelques cas particuliers du mouvement d'un corps pesant de révolution suspendu par un point de son axe.

En résumé, le principal caractère du livre de M. Greenhill est d'intéresser le lecteur aux fonctions elliptiques, en montrant comment leur théorie se rattache à la résolution de toutes sortes de problèmes de Géométrie, de Mécanique, de Physique. Cet ouvrage rendra de grands services à tous ceux qui désirent étudier cette théorie : aux Physiciens et aux Ingénieurs, il fournira un instrument de calcul puissant, avec des exemples variés sur la manière de l'appliquer ; aux étudiants en Mathématiques, il facilitera l'intelligence des débuts de la théorie et inspirera la curiosité de lire les grands traités. Même pour des candidats à la licence mathématique et physique, la lecture des cinq premiers chapitres sera des plus aisées ; elle leur apprendra rapidement le maniement des fonctions elliptiques avec les notations de Jacobi et de M. Weierstrass.

Terminons en signalant la façon particulièrement élégante dont M. Greenhill a donné des exemples d'intégrales pseudo-elliptiques, notamment dans le mouvement du pendule conique, dans celui d'un corps pesant autour d'un point fixe, dans le problème de la chaînette sphérique, dans l'étude du mouvement d'un solide de révolution dans un liquide indéfini : ces exemples sont en partie nouveaux, en partie tirés d'un mémoire étendu sur les intégrales pseudo-elliptiques, que M. Greenhill vient de publier dans les *Proceedings of the London Mathematical Society* et qui se rattache directement aux paragraphes correspondants de son livre. Un autre point, sur lequel M. Greenhill a fait des recherches personnelles d'un grand intérêt, est la théorie des équations modulaires ; le mémoire original de l'auteur, cité avec éloge par Halphen, vient d'être traduit par M. Laugel dans les *Annales de l'Ecole Normale Supérieure*.

P. APPELL,
de l'Académie des Sciences.
Professeur de Mécanique rationnelle
à la Sorbonne.

Niewenglowski (B.), *Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée Louis-le-Grand.* — **Cours de Géométrie analytique.** *Tome II.* — 1 *vol. in-8° de* 292 *pages avec* 180 *fig.* (*Prix :* 8 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur, Paris*, 1895.

M. Floquet a analysé, dans la *Revue* du 15 mai dernier, le premier volume de cet ouvrage. Le second, conçu dans le même esprit, vient de paraître. Il traite de la construction des courbes planes et des compléments relatifs aux coniques.

2° Sciences physiques.

Demarçay (Eug.), *Ancien Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.* — **Spectres électriques.** — 1 *vol. in-4° de* 92 *pages avec* 1 *atlas contenant* 10 *planches.* (*Prix :* 25 *fr.*). *Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris*, 1895.

L'analyse spectrale, de date si récente, est déjà devenue une science considérable : elle est, en particulier, d'une application, non pas seulement avantageuse, mais tout à fait nécessaire, dans les recherches de Chimie minérale.

Dans toutes les sciences, le perfectionnement des méthodes d'observation entraîne, à coup sûr, le progrès de nos connaissances et le développement consécutif de nos idées.

Pour ce qui concerne l'application de l'analyse spectrale aux recherches courantes de Chimie minérale, il est essentiel de se borner à l'emploi de procédés simples, faciles d'exécution et rapides. Si ces conditions ne sont pas remplies, le chimiste a, dans son laboratoire, de fort beaux instruments..... dont il ne se sert pas.

En analyse spectrale chimique, on ne saurait, il est vrai, se contenter d'un seul procédé ; mais le nombre des modes opératoires doit être restreint au minimum absolument indispensable.

Dans l'état actuel de la Chimie minérale, les méthodes spectrales *pratiques* paraissent se réduire aux suivantes :

1° Flammes activées ou non par des soufflleries ;

2° Etincelle des bobines du genre Ruhmkorff, avec ou sans condensation du courant induit ;

3° Bobine à court fil de M. Demarçay.

L'étincelle, non condensée, des bobines Ruhmkorff, donne de bons résultats pour beaucoup de corps, mais elle est impuissante, ou peu avantageuse, dans l'analyse spectrale de certaines substances et, en particulier, dans celle des métaux réfractaires tels que : Ti ; U ; Tg ; Si ; Ir ; Di ; Th, etc.

L'étincelle Ruhmkorff condensée donne bien les spectres de tous les corps, mais les raies brillantes qui appartiennent en propre à cette étincelle, jaillissant dans l'air, compliquent les résultats, rendent les recherches laborieuses et ôtent de la certitude à l'observation, car plusieurs des raies du corps étudié peuvent être masquées par celles de l'air.

L'arc électrique offrirait des avantages, si son emploi était à la portée de tous les chimistes et ne nécessitait pas une installation coûteuse et compliquée.

Un procédé permettant d'obtenir des effets voisins de ceux de l'arc, mais d'une façon simple et réellement pratique, était, il y a encore peu d'années, un desideratum pour les spectroscopistes.

C'est, dirigé par le désir de combler cette lacune de l'analyse spectrale, que M. Demarçay fit des recherches et eut la très heureuse idée de diminuer considérablement la tension des étincelles induites et d'en augmenter de beaucoup la quantité ; la bobine qu'il a fait construire a pour caractères : la brièveté des circuits inducteur et induit ; la grosseur des fils ; enfin, la grande surface du condensateur du courant primaire.

Cette bobine fournit des étincelles fort courtes, mais très nourries, dans lesquelles les métaux réfractaires se volatilisent et donnent généralement des spectres de lignes d'une merveilleuse beauté, tandis que le spectre secondaire de l'air est absent et que le spectre primaire de l'air est lui-même assez faible.

En écartant un peu plus les pôles de la bobine Demarçay, on développe souvent des spectres de bandes très brillants, ainsi que cela se voit, par exemple, avec le chlorure de gadolinium.

On peut dire qu'en général, les spectres de la bobine Demarçay sont assez analogues, comme constitution, à ceux des étincelles non condensées des bobines à long fil, mais ils possèdent toutefois une plus grande intensité relative et absolue, dans les régions bleues et violettes.

En tenant compte de cette particularité, les spectroscopistes pourraient, à la rigueur, se servir de la bobine Demarçay, tout en ne possédant que des dessins spectraux faits avec les étincelles non condensées des bobines à long fil, mais cela exigerait quelque attention et quelque peine. Aussi, M. Demarçay a-t-il pensé que les chimistes auraient intérêt à pouvoir consulter des dessins représentant spécialement les raies fournies par la bobine à court fil, surtout dans la partie la plus réfrangible du spectre, région où ces raies sont généralement le plus développées.

Un recueil de dessins spectraux bien faits exige, pour être confectionné, beaucoup de temps et de travail : M. Demarçay a jugé que le mieux était de concentrer tous ses efforts sur la partie du spectre dans laquelle les effets de sa bobine sont le plus caractéristiques et de donner des images spectrales très soignées et très étudiées; il a donc exécuté son travail au moyen de la photographie, et il s'est borné à reproduire les raies depuis le vert-bleu jusqu'à l'ultra-violet avancé.

M. Demarçay a consacré de nombreuses années à cette recherche, et ses amis scientifiques savent quels soins et quelle conscience il y a apportés. Ceux qui ont fait des dessins de spectres peuvent seuls apprécier un pareil travail à sa juste valeur.

On a publié bien des spectres photographiques, mais, à part peut-être quelques heureuses exceptions, ces documents n'ont guère d'intérêt que pour les spectroscopistes de profession; leur application *pratique* par les chimistes est souvent bien difficile, la photographie donnant toutes les raies produites dans l'étincelle : celles des impuretés aussi bien que celles du corps étudié. Le triage des raies photographiques est donc nécessaire, et c'est un travail aussi long que fastidieux.

Bien que les raies de l'air soient très atténuées dans le procédé de M. Demarçay et que cet auteur ait employé des substances aussi pures que possible, l'usage pratique des belles photographies publiées aujourd'hui exigerait encore une certaine prudence, si le triage des raies n'avait pas été fait. Mais l'auteur n'a pas manqué d'indiquer, sur les planches et dans le texte, toutes les raies étrangères jusqu'à un ordre de grandeur qui dépasse de beaucoup celui auquel on s'arrête dans les observations spectrales courantes. L'ouvrage de M. Demarçay a, par cela même, un caractère vraiment classique, et il sera certainement consulté avec fruit par les personnes qui se servent du spectroscope.

LECOQ DE BOISBAUDRAN.

3° Sciences naturelles.

Poirault (G.). — **Recherches anatomiques sur les Cryptogames vasculaires.** *Thèse pour le doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 *vol. in-8° de 150 p. avec fig. G. Masson, éditeur, Paris,* 1894.

Le groupe des Cryptogames vasculaires a déjà fourni un grand nombre de travaux anatomiques; tous les organes, tous les tissus ont été l'objet de recherches attentives; M. Poirault a su cependant y trouver les éléments d'une thèse fort intéressante en étudiant certains détails de structure de plus près que ne l'avaient fait ses devanciers. Il a divisé son travail en chapitres correspondants aux différents organes végétatifs, dans lesquels il expose ses observations relatives à tel tissu ou à tel détail histologique mal connu ou controversé; à vrai dire, ce n'est pas une étude d'ensemble du groupe, mais plutôt une série de notes histologiques sur un grand nombre de plantes du groupe. L'auteur y fait preuve, non seulement de connaissances bibliographiques très étendues, qui lui permettent de faire des rapprochements aussi documentés qu'intéressants avec les Phanérogames, mais aussi d'une incontestable habileté d'histologiste. A cause de la diversité des sujets traités, il est impossible d'en donner une analyse détaillée et je citerai seulement quelques résultats.

On sait que l'endoderme, et celui de la racine particulièrement, présente autour de ses cellules un cadre subérifié ou lignifié qui, en section transversale, simule un épaississement, sur les parois radiales, apparence qui est due non à un épaississement, mais à un plissement de ce cadre. Or, d'après les uns, ce plissement existerait réellement sur les cellules vivantes et serait dû à une diminution de la tension cellulaire, les parties cellulosiques pouvant revenir sur elles-mêmes et le cadre, moins élastique, se plissant pour suivre la membrane dans son raccourcissement. D'après les autres, les plissements ne se montreraient pas dans la racine vivante, ils ne seraient pas un phénomène physiologique, mais un simple accident de préparation. Or, M. Poirault a constaté, chez diverses plantes, des faits qui éclairciront peut-être la question : c'est la présence d'endodermes non plissés, mais dont le cadre est rompu transversalement en divers points et dont les lèvres de rupture sont garnies d'un dépôt calleux; ceci indique en effet que le phénomène a lieu durant la vie de la cellule, et se traduit par un plissement ou par des fentes suivant l'élasticité du cadre, mais ne nous en montre pas la cause intime.

Bien que le liber de la racine des Cryptogames vasculaires ait été souvent décrit, on n'avait pas encore réussi à y démontrer la présence de tubes criblés; l'auteur, en appliquant les procédés histologiques les plus récents, a prouvé qu'il en était pourvu et que l'on y retrouvait les deux sortes de tubes désignés par M. Lecomte sous les noms de type Courge et de type Vigne.

M. Poirault insiste aussi sur les communications protoplasmiques de cellule à cellule, dont il donne des dessins très probants, sur la généralité de la présence des cristalloïdes dans les noyaux, sur la terminaison des nervures dans les feuilles..., etc... Son travail, comme nous le disions en commençant, renferme un grand nombre de résultats intéressants; la lecture en sera indispensable non seulement à ceux qui auront à étudier les Cryptogames vasculaires, mais aussi à tous ceux qui s'occupent de biologie cellulaire; malheureusement l'auteur n'a pas cherché à faciliter cette lecture, car il a omis les résumés et les conclusions d'usage, qu'on ne trouve ni à la fin de chaque chapitre ni à la fin du volume.

C. SAUVAGEAU.

Paulhan (Fr.). — **Les Caractères.** — 1 *vol. in-8° de 250 pages* (*Prix : 5 francs*). *Félix Alcan, éditeur,* 108, *boulevard Saint-Germain, Paris,* 1895.

Ce livre de M. Paulhan est la suite naturelle de ses travaux sur l'activité mentale et les éléments de l'esprit. Après avoir formulé un ensemble de lois abstraites, régissant d'après lui les combinaisons les plus générales qui existent entre les phénomènes psychiques, représentations et tendances, il cherche aujourd'hui à montrer comment « les diverses manifestations de ces lois abstraites produisent des catégories différentes de types psychiques ». Ces lois, au nombre de quatre : lois d'association systématique, d'inhibition systématique, d'association par contraste, d'association par ressemblance et contiguïté, se ramènent — les trois premières, du moins — à une loi générale de finalité. On pourrait, au reste, sans faire intervenir aucune conception de cet ordre, les interpréter comme de simples lois de mécanique psychique, comme l'expression des rapports généraux qu'établissent entre nos tendances leurs différences de grandeur et de direction.

Toutes les formes de caractère se laissent ramener, pour M. Paulhan, à n'être que des formes particulières de l'association systématique. « Les qualités générales du caractère, son allure propre, ne proviennent que de la perfection relative de cette association et de l'aspect que prennent corrélativement les manifestations de l'autre grande loi de l'esprit, l'inhibition systématique, ainsi que les associations par contraste ou par contiguïté et ressemblance. » Quant au fond du caractère, il résulte de la nature même des tendances : d'une part, des qualités générales que peuvent offrir les tendances :

leur pureté (au sens psychologique du mot), leur énergie, leur persistance, leur souplesse, leur « sensibilité », et aussi leur nombre; d'autre part, de leurs objets divers. Un même caractère, pour être connu dans son ensemble, doit être envisagé successivement sous ces divers aspects, et il est telles appréciations différentes, d'une même personne, qui désignent des manières d'être qui ne sont ni semblables, ni opposées, mais absolument hétérogènes, et qui, par conséquent, peuvent être simultanément exactes. On peut être simultanément capricieux, gourmand, et mou. « Si nous jugeons une personne capricieuse, nous mettons en lumière les rapports généraux des diverses tendances qui sent en elle, la façon dont elles s'associent, se combattent et se remplacent », dans le cas particulier, leur défaut de cohésion. La mollesse, c'est une qualité générale du caractère qui tient à la faiblesse des tendances; la gourmandise, c'est la prédominance, l'intensité particulière, au milieu de tendances généralement faibles, d'une tendance relativement forte, le goût des saveurs agréables et l'impulsion à les rechercher.

Le degré de cohésion des tendances et la forme particulière de leur association nous permettra d'établir les types suivants : 1° les *équilibrés*, « chez lesquels la systématisation résulte non pas de la prépondérance d'une tendance qui se soumet toutes les autres, mais de l'harmonie des tendances fortes, bien développées et qui s'équilibrent, et forment un ensemble unifié sans que l'une d'elles cherche à dominer plus ou moins longtemps qu'il ne faut pour conserver l'harmonie générale ». 2° Les *unifiés*, chez lesquels l'harmonie résulte de la subordination de l'ensemble des tendances à l'une ou à quelques-unes d'entre elles. 3° A côté de ces formes où prédomine l'association systématique, viennent s'en ranger d'autres qui résultent de la prédominance de l'inhibition systématique : les *réfléchis*, les *maîtres d'eux-mêmes*. Ce sont, en réalité, et M. Paulhan le reconnaît lui-même, des unifiés chez lesquels l'inhibition des tendances adverses est moins parfaite, chez lesquels, en d'autres termes, la différence d'intensité des tendances est moins grande : il y aura donc chez eux des luttes intérieures, des conflits, mais dont l'issue ne sera pas douteuse. 4° Lorsque les tendances luttent à forces égales, un autre type apparaît : celui de l'*inquiet*, du *nerveux*, du *contrariant*, de l'*agité*. Le conflit est alors permanent, l'équilibre toujours instable, l'harmonie définitive impossible. 5° Si la cohésion des tendances continue à diminuer, ce relâchement du lien d'association qui avait permis les luttes intérieures les supprime en augmentant encore; les tendances se satisfont chacune pour son compte, sans être entravées ni empêchées par les tendances opposées : on a alors affaire aux *impulsifs*, ou, si chaque système de tendance est en lui-même cohérent et unifié aux *composés*, aux *multiples*, le débauché chaste, l'amateur de courses de taureaux, plein de pitié pour les souffrances des animaux, etc. 6° Mais ce défaut de cohésion, qui était exceptionnel chez l'impulsif et ne se manifestait que lorsque telle ou telle de ses tendances revêtait une spéciale intensité, qui, chez le multiple, n'atteignait pas l'intégrité de chacune de ses synthèses partielles, peut s'étendre à l'esprit tout entier, et on est alors en présence du type de l'*incohérent*, de l'*émietté*, qui revêt mille aspects divers : le *faible*, le *suggestible*, l'*étourdi*, le *distrait par légèreté*, etc., et qui trouve sa plus complète expression dans le caractère hystérique. Si nous passons maintenant à l'examen des qualités générales des tendances elles-mêmes, nous verrons se dégager de nouveaux types : l'abondance et la multiplicité des goûts et des tendances nous donnera les caractères amples et riches, leur petit nombre les caractère étroits et fermés, ce que les Anglais appellent *one-sideness*. Remarquons que les tendances elles-mêmes peuvent être plus ou moins complexes. Chez l'un, l'amour se réduira à l'instinct sexuel; chez l'autre, ce sera une tendance synthétique où des sentiments esthétiques, des sentiments tendres, de l'estime, de la reconnaissance, des affinités intellectuelles, etc., entreront en composition. Ces éléments psychiques, ces tendances, peuvent être composés de tendances élémentaires, cohérentes entre elles et harmoniques, ou bien, au contraire, d'instincts et de goûts dont l'unité finale est le résultat d'un conflit, d'une lutte : cela nous donnera, d'une part, les *tranquilles*, et de l'autre les *troublés*. Suivant que les tendances dans leur ensemble seront faibles ou fortes, énergiques ou languissantes, nous serons en présence des *passionnés*, des *entreprenants*, des *audacieux*, d'une part; des *indifférents*, des *paresseux*, de l'autre. De la persistance des tendances, résultent l'*obstination*, la *constance*, la *persévérance*; de leur mobilité, la *faiblesse*, l'*inconstance*. Mais une tendance peut revêtir des formes indéfiniment diverses et s'adapter, restant en son fond toujours identique à elle-même, aux changements incessants des circonstances, et l'on a affaire alors à la *souplesse* de caractère, ou demeurer toujours invariable, ne s'adapter point : c'est le propre des caractères *raides*, *raideur* qui se voile de douceur ou se trahit par une rudesse extérieure. Remarquons enfin que, parmi des hommes doués de passions également fortes et tenaces, les uns sont plus aisément que les autres déterminés à l'action, ou, pour mieux dire, plus rapidement : la rapidité de la réaction est indépendante de son intensité et de sa durée. Si nous nous plaçons à ce point de vue, nous rangeons dans une catégorie les *vifs*, les *impressionnables*, etc.; dans une autre, les *froids*, les *lents*, les *flegmatiques*. Notons toutefois que les réactions lentes sont d'ordinaire celles qui correspondent aux tendances les plus persistantes, les plus tenaces. Si, enfin, nous nous plaçons au point de vue de l'objet des tendances, la classification des caractères sera celle même des inclinations et des instincts; on les peut répartir en trois grands groupes : types déterminés par la prédominance des tendances vitales, types déterminés par la prédominance des tendances sociales, types déterminés par la prédominance des tendances supra-sociales; quelques exemples pris dans chaque groupe indiqueront nettement à quoi correspond cette classification : dans le premier groupe, nous trouvons le *gourmand*, le *sexuel*, l'homme chez qui prédominent les jouissances esthétiques de l'œil ou de l'oreille, l'*intellectuel*, etc.; dans le deuxième, l'*amant*, l'*ami*, le *patriote*, le *mondain*, l'*avare*, le *vaniteux*, le *modeste*, l'*ambitieux*, l'*humble*, etc.; dans le troisième, les *mystiques*, les hommes épris de la vérité, etc. Il ne faut pas confondre l'homme qui aime le vrai avec le simple intellectuel. « Ce que celui-ci aime surtout, c'est l'exercice de son intelligence; ce qu'aime l'autre, c'est l'objet de cet exercice. »

M. Paulhan a consacré la dernière partie de son livre au caractère individuel. Il montre que, chez un même individu, plusieurs types coexistent normalement. « Les types purs sont extrêmement rares, et la pureté absolue n'existe pas. » A côté de la tendance maîtresse, il subsiste toujours des goûts particuliers qui ne s'harmonisent qu'incomplètement avec elle; il n'est pas d'homme au caractère si impulsif qu'il ne soit, à certaines heures, maître de lui-même; il n'est pas d'*incohérent*, à moins de nous adresser à des cas franchement pathologiques, qui ne conserve encore dans sa conduite quelque cohésion. A côté de tendances amples et souples, il peut y en avoir, chez le même individu, qui soient très raides et très pauvres de contenu. Il faut aussi établir avec grand soin la nature des relations que chaque tendance ou système de tendances soutient avec tout l'ensemble, et tenir compte de l'état transitoire ou relativement définitif de ces tendances : une tendance significative chez un vieillard, l'ardeur amoureuse, ne l'est pas chez un jeune homme, et, si c'est un trait de caractère à noter chez un enfant que d'être réfléchi, le même degré de concentration intellectuelle demeurera sans signification et sans portée chez un adulte. Il ne faut pas non plus perdre de vue les substitutions de tendances qui se peuvent produire en raison des circonstances dans un

caractère déjà relativement équilibré : toutes ne sont point possibles, parmi les tendances, celles-là seules peuvent émerger et recouvrir les tendances actuellement dominantes, qui se manifestent déjà obscurément dans un caractère : en observant, par exemple, de quelle manière un jeune homme est amoureux, on peut prévoir s'il sera ou non ambitieux.

M. Paulhan a terminé son livre par une analyse du caractère de G. Flaubert où il s'est efforcé de mettre en pratique les règles générales de méthode qu'il a formulées et de trouver une illustration aux lois abstraites qu'il a établies.

Il y aurait certes plus d'une critique à adresser à cet ouvrage, mais elles porteraient soit sur sa forme, sur les vices de composition qu'on y pourrait aisément relever, sur la confusion très grande qui règne dans les détails et qui contraste avec la clarté et la netteté de l'ensemble, soit sur l'interprétation que M. Paulhan a donnée des lois générales d'association qu'il a étudiées avec une si pénétrante originalité; mais les unes et les autres seraient ici hors de leur place, et, tel qu'il est, le livre de M. Paulhan renferme à la fois la plus scientifique analyse de ce qui constitue le caractère et la meilleure classification des divers types psychiques qu'un psychologue français ait encore publiées.

L. Marillier.

4° Sciences médicales.

Dryepondt (Dr G.). — **Guide pratique hygiénique et médical du voyageur au Congo.** (*Publications de l'Etat indépendant du Congo.*) — *Un vol. in-8° de 130 pages. Imprimerie van Campenhout, 13, rue de la Colline, Bruxelles*, 1895.

Publié par les soins de l'Etat indépendant du Congo, ce manuel a été écrit non pour les médecins, mais pour les Européens qui, pendant leur séjour au Congo, peuvent, et le cas est fréquent, se trouver éloignés de tout secours médical. L'auteur s'est efforcé de résumer, dans une langue simple, en s'abstenant soigneusement des termes techniques, les principales notions acquises sur la pathologie des pays intertropicaux.

La première partie est consacrée à de brèves considérations sur les règles d'hygiène que devra suivre le voyageur (vêtements, couchage, nourriture, etc.).

L'auteur passe ensuite en revue les affections spéciales qu'on rencontre le plus communément au Congo, indiquant pour chacune d'elles les principaux symptômes et le traitement. La malaria et, après elle, les maladies de l'appareil digestif dominent toute la pathologie. Bien que n'admettant pas le traitement préventif de la fièvre par la quinine, l'auteur ne peut s'empêcher de reconnaître qu'il est utile de prendre pendant une huitaine de jours un demi-gramme de quinine chaque fois qu'on change d'habitat, et de même après une marche forcée ou après avoir traversé un pays marécageux.

Après quelques courtes notions de petite chirurgie, l'opuscule se termine par quelques indications pratiques sur le bagage médical du voyageur.

L'Etat du Congo a adopté de petites pharmacies portatives dans lesquelles les médicaments sont presque tous en tablottes, c'est-à-dire comprimés. Ce mode de préparation a le double avantage de réduire le volume des médicaments, tout en assurant mieux leur conservation.

Cet ouvrage, destiné, dans la pensée de l'auteur, à être une sorte de *vade-mecum* du voyageur au Congo, sera consulté avec fruit par tous les Européens destinés à vivre dans les régions tropicales.

Dr Alvernhe.

Wurtz (R.), *Chef du Laboratoire de Pathologie expérimentale à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Précis de Bactériologie clinique.** — *1 vol. in-16 de 500 pages avec 42 fig. (Prix : 6 fr.). G. Masson, éditeur, Paris*, 1895.

Cet ouvrage se divise en trois parties. Dans la première sont exposées les méthodes générales d'analyse bactériologique et d'examen microscopique. Les procédés de culture et les inoculations, ainsi que la technique des prélèvements à faire sur le cadavre en évitant, suivant les judicieux préceptes que l'on doit à M. Wurtz lui-même, d'attribuer un rôle pathogène aux microbes adventices qui se sont développés après la mort ou pendant l'agonie; l'étude bactériologique du sang et du pus complètent ces premiers chapitres.

Les manifestations viscérales des maladies infectieuses font l'objet de la seconde partie, dans laquelle nous signalerons notamment la question si importante des pleurésies et celle des angines. Toutes les connaissances nécessaires pour le diagnostic bactériologique de ces affections y sont résumées, et l'on est même frappé des nombreux renseignements qui ont pu être réunis dans ce *Précis de Bactériologie clinique.*

Enfin, dans la troisième partie, sont traitées les maladies infectieuses générales ou locales telles que l'érysipèle, la fièvre typhoïde, le choléra, le tétanos, la diphtérie, etc. Chaque microbe pathogène est l'objet d'un tableau synoptique dans lequel sont très heureusement condensés ses caractères morphologiques et biologiques.

Les étudiants en médecine et tous ceux qui s'intéressent aux applications indispensables de la bactériologie à la clinique trouveront, dans l'excellent ouvrage de M. Wurtz, un exposé très clair des connaissances les plus utiles pour l'isolement, l'étude et la détermination des microbes pathogènes. Et ceux, même, qui sont familiarisés davantage avec les notions de la bactériologie, y apprendront maints détails de technique, personnels ou inédits, qui leur permettront de bénéficier ainsi de la pratique si compétente de leur auteur.

Dr H. Vincent.

5° Sciences diverses.

Beauregard (H.), *Assistant de la Chaire d'Anatomie comparée au Muséum.* — **Nos Bêtes. Animaux utiles et nuisibles.** — *Ouvrage paraissant en livraisons les 5 et 20 de chaque mois. Chaque livraison, contenant 8 pages de texte et une planche en couleur, est vendue séparément 90 centimes. A. Colin, éditeur, 5, rue de Mézières, Paris*, 1895.

Dans cet ouvrage, l'auteur s'est proposé de vulgariser un certain nombre de connaissances précises sur les animaux qui nous entourent et dont les plus communs sont en général fort mal connus. Chaque espèce est l'objet d'une étude sérieuse et attrayante.

Les premières livraisons parues sont consacrées à l'étude des différentes races de *chiens* et de *chevaux* qui se trouvent en France.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in 8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs, 526e et 527e livraisons. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes, Paris*, 1895.

Les 526e et 527e livraisons de la Grande Encyclopédie renferment : une étude de M. A. Joannis sur les *Lentilles* sphériques, le calcul de leurs formules, la discussion de ces formules et la construction des images données par les lentilles convergentes et divergentes, étude suivie de quelques mots de M. Knab sur la fabrication des lentilles; un article sur les *Lémuriens* actuels et fossiles, par le Dr Trouessart; une description de la famille de végétaux fossiles connus sous le nom de *Lépidodendrées*, par MM. Harn et Jobin; une monographie de l'ordre des *Lépidoptères* (papillons), avec la description de leur métamorphose et de leurs mœurs, leur classification et leur distribution géographique, par M. A. Jobin; un article sur la *lèpre*, par M. H. Fournier; les biographies de *Léon XIII*, par M. E. Vollet; de *Léopold Ier* et *Léopold II*, rois des Belges, par M. E. Hubert; de *Lesage*, par M. Ph. Berthelot.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Mai 1895.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. **Carl Vogt**, Correspondant de la Section d'Anatomie et de Zoologie. Il signale parmi les pièces imprimées de la correspondance : le *Bulletin de la Société d'Etude des Sciences naturelles de Nîmes*, 1894; une brochure de M. **Galien Mingaud** ; les années 1891 à 1894 de la *Bibliotheca Mathematica ;* dix notices de M. **A. Favard**; une note de M. **G. Enestrom.**

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Bigourdan** démontre que l'orbite de la comète de 1771, considérée jusqu'ici comme hyperbolique, est au contraire elliptique; cette question constitue un point intéressant la recherche de l'origine des comètes. — M. Bouquet de la Grye lit un rapport sur la table des nombres triangulaires de M. **Arnaudeau.** Cette table permet de faire rapidement les opérations numériques et donne des produits de dix chiffres; elle remplace avantageusement les tables de logarithmes. — M. **G. Kœnigs** complète une note qu'il a communiquée le 22 avril. Il démontre que toute condition algébrique imposée au mouvement d'un corps, est réalisable par le moyen d'un système articulé. Cette proposition peut être généralisée : Soient n points $M_1, M_2 \ldots, M_n$, soumis à des liaisons algébriques, c'est-à-dire représentées par des équations algébriques entre les coordonnées de ces points; il est toujours possible de réaliser ces liaisons par un système articulé reliant entre eux les n points donnés. Le même théorème est vrai si, au lieu de points, on prend des corps solides soumis entre eux à certaines liaisons algébriques. — M. **de la Rive** définit un espace à quatre dimensions et en établit les propriétés générales; comme application, il obtient le volume de l'ellipsoïde à trois axes inégaux et retrouve les propriétés de trois diamètres conjugués de cette surface.

2° Sciences physiques. — M. **Gaston Tissandier** présente quelques observations sur le projet d'expédition en ballon aux régions arctiques de M. S.-A. Andrée. Les pertes de gaz, par suite des variations de température, n'ont pas permis jusqu'ici des voyages aériens de plus de vingt-quatre heures; pour rester en l'air plusieurs journées consécutives, il faudra des constructions nouvelles des aérostats. — M. **Aimé Girard** confirme, par ses expériences nouvelles sur l'application systématique de la pomme de terre à la nourriture du bétail, ses conclusions précédentes : la pomme de terre riche et à grand rendement doit être considérée comme un fourrage de premier ordre. — M. **A. Müntz** étudie les effets de la fumure sur la qualité des vins : quand le rendement n'est pas artificiellement poussé, par le mode de taille, au delà d'une certaine limite, la qualité des vins ne se ressent pas de l'exagération des fumures; en demandant à la vigne de plus fortes récoltes, par l'effet combiné de la fumure et de la taille, on n'obtient que des vins inférieurs. — M. **A. Ponsot** communique une note intéressante sur les cycles isothermes fermés réversibles et équilibrés par la pesanteur ; il fait remarquer, en terminant, que la relation fondamentale de Van t'Hoff : $\pi v = iRT$, applicable seulement à quelques solutions, ne l'est que dans un cas très particulier du phénomène osmotique. — M. **Albert Colson**, partant de ce fait que la pression a pour effet de relever le point de congélation des liquides qui se contractent en se solidifiant et, d'autre part, qu'à pression constante, le point de fusion de liquides renfermant quelques centièmes de matières étrangères s'abaisse en raison inverse du poids moléculaire du corps étranger dissous dans le liquide, a cherché expérimentalement s'il existe une relation entre le poids moléculaire d'un corps dissous et la pression nécessaire pour ramener le dissolvant à se solidifier à une température fixe, constante. L'abaissement de température de congélation des dis solutions, plutôt que le poids moléculaire du corps dissous, est lié à la pression compensatrice. — M. **A. Schuster** soumet à l'Académie les raisons qui le portent à croire que M. Poincaré (*Comptes rendus*, p. 758) a tiré d'une analyse incontestable un résultat qui lui paraît faux. La régularité des vibrations, mise en évidence par les observations de MM. Fizeau et Foucault, n'existe pas dans le mouvement lumineux, mais est produite par l'appareil spectral. — M. **A. Cotton** cite un certain nombre de corps actifs qui absorbent inégalement les deux sortes de rayons, l'un circulaire droit, l'autre gauche, se propageant avec des vitesses différentes. Il décrit un mode d'observation permettant de comparer entre elles la différence de vitesse des deux rayons et la différence de leurs absorptions. — M. **H. Moissan** n'a pu obtenir de combinaison de l'argon avec le bore et le titane qui s'unissent directement à l'azote; le lithium et l'uranium n'ont pas d'action sur ce gaz. A la température ordinaire ou sous l'action d'une étincelle, d'induction, un mélange de fluor et d'argon n'entre pas non plus en combinaison. — M. **Raoul Varet** rend compte de ses expériences sur la détermination des chaleurs de formation des sulfate, nitrate et acétate mercureux et cite les nombres obtenus. — M. **P. Schützenberger** communique les nouveaux résultats qu'il a obtenus dans l'étude du sulfate de cérium préparé par la méthode Debray; l'oxyde de cérium est accompagné, dans la cérite, de petites quantités d'une autre terre à poids atomique plus faible, 137 ou 134, susceptible, comme l'oxyde de cérium (Ce^2O^3), de se convertir par oxydation en un bioxyde dont le sulfate, isomorphe avec celui de cérium, forme, comme ce dernier, des sulfates doubles insolubles avec les sulfates alcalins et dont le bioxyde calciné présente une couleur brun rougeâtre, même sans l'intervention du didyme. — M. **Eugène Gilson** a reconnu la présence, dans la membrane cellulaire des champignons, d'un corps possédant toutes les propriétés de la chitine. Ce fait est intéressant; jusqu'ici on n'avait trouvé la chitine que dans le règne animal, sa présence dans la membrane cellulaire des champignons constitue un nouveau point de rapprochement entre ces êtres et les animaux. Dans tous les champignons analysés, la cellulose fait défaut; elle y est remplacée par la chitine, qui joue, dans la membrane, le rôle de substance squelettique, comme la cellulose dans la membrane cellulaire de toutes les phanérogames et d'un grand nombre de cryptogames. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Blanchard** présente une notice sur les travaux de James Dana, et M. **Daubrée** rappelle les travaux minéralogiques et géologiques de ce savant. — M. **Blanchard** présente une notice sur les travaux du zoologiste Carl Vogt qui vient de mourir. — M. **Künckel d'Herculais**, reprenant l'étude des appareils odorifiques, les compare dans les différents groupes d'Hémiptères hétéroptères. — M. **Wallerant** montre que, au moins à l'époque charmoutienne, le massif vendéen fut, comme le plateau central, recouvert en grande partie par les eaux marines jurassiques. — MM. **Camus** et **Gley** ont recherché l'influence du sang asphyxique et de quelques poisons sur la contractilité des vaisseaux lymphatiques et ont trouvé que les influences toxiques

provoquent des changements de calibre des vaisseaux. — M. d'Espine conclut de ses études à la présence d'un streptocoque spécial dans le sang, au début d'une scarlatine typique. J. Martin.

Séance du 13 Mai 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. **André Markoff**, profitant d'un extrait des papiers laissés par l'auteur, rétablit la démonstration d'un théorème de Tchébychef : Soit μ le plus grand diviseur premier des nombres

$$1+2^2,\ 1+4^2,\ 1+6^2,\ \ldots\ldots,\ 1+4N^2,$$

le rapport $\frac{\mu}{N}$ croît indéfiniment avec N. — M. **F. de Salvert** présente sous une forme plus simple les formules de transformation des fonctions elliptiques de troisième espèce et les formules relatives à l'expression des fonctions complètes qu'il a données dans une note précédente. — M. **A.-J. Stodolkievitz** complète une note sur l'intégration du système des équations différentielles. — M. **Lippmann** décrit un cœlostat donnant une image du Ciel immobile par rapport à la terre. Il se compose d'un miroir plan monté sur un axe qui repose sur des coussinets fixes. Le miroir et son axe sont parallèles à la ligne des pôles. Un moteur fait tourner leur système avec une vitesse uniforme d'un tour en quarante-huit heures sidérales, dans le sens du mouvement des étoiles. L'auteur indique les avantages de cet appareil.

2° Sciences physiques. — M. **L. Hartmann** décrit un comparateur automatique enregistreur pour mesures à bouts et en fait ressortir les nombreux avantages. — M. **Cornu** fait remarquer que les travaux de MM. Hartmann et Mengin apportent à la Commission internationale du mètre de nouveaux éléments pour terminer les études relatives aux prototypes à bouts. — M. **Gouy** rappelle que, dans les expériences d'interférence faites sans le secours du spectroscope, la différence de marche est limitée par la complexité du mouvement lumineux. Il montre que l'on peut reculer presque indéfiniment cet obstacle, avec les sources de lumière actuelles, par une disposition expérimentale appropriée. — M. **A. Cotton** a été conduit par des mesures de pouvoir rotatoire, au moyen de la méthode qu'il a indiquée précédemment, au phénomène de la dispersion anormale des corps absorbants, beaucoup plus général que celui de l'absorption inégale. — M. **Bernard Brunhes** publie les conclusions très intéressantes de l'application qu'il a faite, à l'absorption cristalline, de la théorie électromagnétique de la lumière. — M. **Birkeland** a trouvé le système d'intégrales des équations de Maxwel pour un milieu absorbant homogène et isotrope; il indique quelques résultats de ses recherches. — M. **Etard** conclut de ses expériences : 1° que les sels de chrome et les sels rouges de cobalt possèdent, à la façon des terres rares et des sels d'uranium, de fines bandes spectrales; 2° que les spectres de ces métaux, tout au moins, sont des spectres de molécules, à la façon de ceux fournis par les matières organiques, telles que les chlorophylles; 3° l'hypothèse d'après laquelle, à chaque bande du spectre d'une terre rare, correspondrait un élément, n'est pas nécessairement vraie, d'après l'exemple du cobalt; 4° les bandes peuvent se déplacer notablement ou cesser d'exister pour un même élément, selon la nature des molécules en dissolution ou du composé observé. — M. **Raoul Varet** a complété ses recherches sur les sels de mercure en reprenant l'étude thermochimique des chlorure, bromure, iodure et oxyde mercureux; il donne les chaleurs de formation de ces composés. — M. **Ramsay** a constaté la présence de l'argon et de l'hélium dans le gaz emprisonné dans une météorite. — M. **H Le Chatelier** présente une note rectificative sur la combinaison définie des alliages cuivre-aluminium. — M. **Campredon** expose une méthode très rapide pour le dosage du soufre dans les fontes, les aciers et les fers. — M. **Maxime Cari-Mantrand** montre que l'on peut facilement purifier l'alcool dénaturé. Le procédé est basé sur la solubilité, dans le tétrachlorure de carbone, des impuretés pyrogénées des méthylènes commerciaux et sur la séparation de l'acétone et de l'alcool méthylique, mélangés à l'alcool vinique, par une distillation en présence d'un chlorure alcalin en dissolution. — M. **Tanret** a constaté l'existence de trois états isomériques du glucose ordinaire, caractérisés par le pouvoir rotatoire de leurs dissolutions, faites à froid et observées immédiatement; il les désigne par les lettres α, β, γ; pour le glucose α, $\frac{\alpha}{D} = +106°$; pour le glucose β $\frac{\alpha}{D} = +52°5$; pour le glucose γ $\frac{\alpha}{D} = +22°,5$. Les dissolutions des glucoses α et γ, abandonnées à elles-mêmes, au bout de cinq à six heures, acquièrent un pouvoir rotatoire identique à celui du glucose β. Le même pouvoir rotatoire se développe instantanément, lorsqu'on ajoute à l'une ou à l'autre de ces dissolutions une trace de potasse. La cryoscopie a donné pour ces trois glucoses le même poids moléculaire. — M. **Berthelot** a mesuré la chaleur de transformation des trois glucoses, préparées par M. Tanret, les uns dans les autres. Dans l'état anhydre, le changement du glucose α en glucose β absorberait $-1^{cal},55$, le changement du glucose γ en glucose β absorberait $-0^{cal},67$. Dans l'état dissous, les différences sont bien moindres et ne surpassent guère les erreurs d'expérience. — M. **Griffiths** a déterminé la composition chimique d'un pigment brun retiré des élytres de la calandre cuivrée; sa formule est $C^{14}H^{13}AzO$; l'auteur lui a donné le nom de cupréine. — M. **Louis Mangin** a vérifié, par l'analyse de l'atmosphère du sol, que le défaut d'aération du sol est un des facteurs du dépérissement des arbres dans les villes. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Leroux**, dans ses recherches sur l'éclosion de l'œuf des sexués du Phylloxéra, conclut que le temps minimum nécessaire à l'éclosion est non seulement supérieur à quarante jours, mais qu'il est au moins égal à quarante-quatre, si ce n'est à quarante-huit. Le procédé de préservation des vignes, consistant en deux pulvérisations insecticides, l'une au commencement de septembre, l'autre à la fin d'octobre, est donc applicable. — M. **L. Mangin**, poursuivant ses recherches sur l'aération du sol dans les promenades et plantations de Paris, montre l'importance de la composition de l'air dans le sol sur le développement des feuilles des diverses essences. Le retard dans la feuillaison provient d'un appauvrissement en oxygène. — M. **Cayeux** démontre l'existence de nombreux cristaux de feldspath orthose dans la craie du bassin de Paris, dans toutes les assises du Turonien et du Sénonien. L'orthose s'est formée *in situ*. — M. **Paquier** fournit un certain nombre de documents sur les gypses des environs de Serres (Hautes-Alpes) et de Nyons (Drôme). — M. **Douxami**, dans une étude sur le miocène des environs de Bourgoin et de la Tour-du-Pin, montre que tous les cailloutis des plateaux du bas Dauphiné septentrional ne sont pas pliocènes ; la plus grande partie est lacustre et diffère des poudingues marins à cailloux impressionnés de Voreppe. — M. **A. Guébhard** fournit des documents sur la présence d'*Ostrea* (*Exogyra*) *virgula* dans le Jurassique supérieur des Alpes maritimes. J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 Mai 1895.

M. **Cornevin** (de Lyon) est élu Correspondant national dans la IIIe division (médecine vétérinaire). — M. **Le Dentu** lit un rapport sur un mémoire de M. **Quénu** concernant deux cas d'anévrisme, l'un de l'artère iliaque externe, l'autre de la fémorale commune, existant sur le même sujet, traités au moyen de l'extirpation et guéris. — M. **A. Chatin** a trouvé que

non seulement les coquilles d'huîtres, mais aussi la chair de ces animaux renferme une notable proportion de phosphore. La coloration verte de certaines huîtres est due à la présence de diatomées. — M. **Hervieux** fait l'historique de la variolisation ancienne et moderne; il étudie ses procédés divers, les accidents et les dangers qu'elle entraîne. — M. **Dieulafoy** répond aux observations de M. **Cornil** à propos de la tuberculose larvée des trois amygdales. Il montre que la plupart des grosses amygdales sont tuberculeuses ou sont un réceptacle pour le bacille. — M. le Dr **Commenge** lit un travail sur les maladies vénériennes dans l'armée française et anglaise. — M. le Dr **Garnault** lit un travail sur le massage rythmé des muqueuses dans le traitement des affections du nez, de la gorge et des oreilles.

Séance du 28 Mai 1895.

MM. **Esmarch** (de Kiel) et **Durante** (de Rome) sont élus Correspondants étrangers dans la IIe division (chirurgie). — M. **J. Chatin** fait une communication sur le chromatisme chez les Huîtres et son processus histologique. — M. **Péan** communique une observation de vessie et urètre surnuméraires congénitales chez une jeune fille de 15 ans. — M. **Vallin** étudie la question des intoxications alimentaires. Il indique les maladies du bétail qui rendent les viandes dangereuses pour l'homme, et il montre la protection insuffisante de la législation actuelle et des règlements sur la police sanitaire des animaux. — M. **Hervieux** conclut à la non-identité de la vaccine et de la variole et à l'impossibilité de remplacer la première par la dernière. — M. le Dr **Delorme** cite un cas de névrite traumatique ascendante guérie par la compression forcée. — M. le Dr **Poncet** (de Lyon) communique un nouveau cas d'actinomycose de la face guéri par la médication iodurée.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 18 Mai 1895.

M. **Roger** montre que, si les produits microbiens favorisent en général le développement des infections, ils peuvent exercer quelquefois une action thérapeutique. — Par injection de toxine pyocyanique, M. **Charrin** est parvenu à produire expérimentalement chez un lapin l'épilepsie spinale. — MM. **Sellier** et **Jolyet** ont montré que l'hyperglobulie qui se manifeste aux hautes altitudes n'est pas due à la diminution de pression de l'air respiré, mais à la diminution de tension de l'oxygène dans le mélange oxygène-azote respiré. — MM. **Bar** et **Rénon** communiquent un cas d'ictère grave ayant amené la mort chez un nouveau-né atteint de syphilis hépatique. — M. **Contejean** montre que l'ablation de la zone motrice du cerveau chez un chien produit non seulement une diminution de la sensibilité tactile, mais aussi une diminution de la sensibilité réflexe. — M. **Fabre-Domergue** croit que les injections de sérum dans le traitement du cancer n'exercent pas une action vraiment curative, mais simplement une action modificatrice en détruisant soit l'élément néoplastique, soit l'élément leucocytaire et en diminuant ainsi la tumeur. — M. **Langlois** expose ses recherches sur l'action comparée des sels de cadmium et de zinc dans la marche de la fermentation lactique. — M. **Guénard** envoie une note sur l'action cardiaque de la morphine. — M. **Soulié** adresse une communication sur la structure des ligaments de l'utérus et la migration des ovaires chez la femme.

Séance du 25 Mai 1895.

M. **Mangin** est élu membre de la Société. — M. **Richet** défend la sérothérapie du cancer contre les critiques de M. Fabre-Domergue. Les injections ne sont pas faites dans la tumeur même, ce qui détruit l'argumentation de ce dernier. — M. **Souques** décrit une dégénération ascendante du faisceau de Burdach consécutive à l'atrophie d'une racine cervicale postérieure. — M. **Féré** a constaté que la diminution de l'amplitude de l'onde diphragmatique qui se produit du côté paralysé est surtout marquée dans l'hémiplégie infantile. — M. **Luys** montre les photographies de nouvelles fibres qu'il a rencontrées dans la région protubérentielle. — MM. **Lapicque** et **Auscher** ont constaté la présence de fer dans le pigment du diabète bronzé. — M. **Rey Pailhade** expose ses nouvelles recherches sur le philothion. — M. **Delezenne** a constaté l'absence, dans le pneumogastrique, de fibres motrices pour l'utérus et la vessie.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séances des 17 et 19 Avril 1895.

M. **C. E. Guillaume** a, dans un article spécial, rendu compte de l'exposition des expériences et appareils récents faite par la Société en ces séances de Pâques. Pendant ces séances la Société a entendu quelques communications, une remarquable conférence et fait une très intéressante visite industrielle dont nous allons rendre compte.

Le 17 avril, M. **N. Delaunay**, professeur à Novo-Alexandria (Russie), a fait une communication sur la représentation géométrique du mouvement d'un corps pesant autour d'un point fixe dans le cas traité par Mme Sophie Kowaleski et présente des modèles en carton de mécanismes articulés d'une remarquable ingéniosité. — M. **Raoul Pictet** a exposé un travail théorique et expérimental sur le point critique des liquides. Tout d'abord il montre que la mesure de la température critique d'un liquide fournit une méthode sensible pour déceler la présence d'impuretés. Il observe la température critique et le point d'ébullition de certains liquides tels que le chloroforme, le chloréthyle, le pental, l'éther sulfurique, d'abord à l'état de pureté, puis après y avoir ajouté un peu d'alcool, d'aldéhyde, d'eau ou de camphre. Il en résulte une variation du point critique dix à soixante fois plus grande que celle de la température d'ébullition. D'autre part, M. Pictet a cherché à déterminer expérimentalement quelle est la puissance dissolvante des vapeurs des liquides portés à une température supérieure à leur point critique. Il a étudié les dissolutions dans l'éther du camphre sous ses trois états allotropiques et plus spécialement le bornéol, puis du phénol, du gaïacol et de l'iode. Ces expériences l'ont conduit à des conséquences inattendues sur le pouvoir dissolvant des vapeurs surchauffées. On constate que tous les corps cités restent dissous dans la vapeur d'éther. Ils forment donc une solution gazeuse. De même les vapeurs d'alcool ont la propriété de dissoudre l'alizarine comme l'alcool liquide. Ces nombreuses expériences viennent à l'appui de la théorie formulée par M. Pictet en 1877 et dans laquelle il admet que la liquéfaction des vapeurs se présente sous deux formes distinctes, l'une à des températures supérieures au point critique et qui se produit au centre des vapeurs en des points dont le nombre est proportionnel à la pression; l'autre, au-dessous du point critique, à la pression de la vapeur saturée. La pesanteur n'agit que dans le second cas pour rassembler au fond du réservoir la masse de gouttelettes permanentes.

Le 19 avril, la Société est allée visiter l'installation de distribution de force et d'éclairage par courants polyphasés, aux ateliers Weyher et Richemond, à Pantin. M. **Boucherot**, en présentant cette installation, en a fait ressortir les principaux avantages : d'abord, dans les grandes usines, l'électricité seule permet de concentrer en un seul point la production de force motrice, car elle seule fournit le moyen de la répartir ensuite à volonté. Puis les courants biphasés ont été préférés au courant alternatif simple pour plusieurs raisons. Les génératrices et les moteurs polyphasés ont une puissance spécifique plus grande et un rendement plus élevé que les génératrices et moteurs à courant alternatif simple. Les moteurs polyphasés ont un démarrage, comme celui des moteurs à courant continu, beaucoup plus facile que celui des moteurs monophasés à artifice de démarrage dans lesquels le couple à ce

moment est environ le dixième du couple en charge. Enfin, par l'introduction de résistances variables dans l'induit, on peut faire varier la vitesse comme dans le cas des courants continus, ce qu'on ne pourrait faire avec des courants monophasés. Les courants biphasés ont été préférés aux triphasés, car ils se prêtent mieux à des distributions mixtes de force et d'éclairage. Les deux circuits des courants biphasés n'ont pas besoin d'être équilibrés très rigoureusement. D'autre part les génératrices et moteurs biphasés sont d'une construction beaucoup plus simple. Les machines adoptées sont du type Brown. Les trois alternateurs sont de 130 chevaux chacun. L'un d'eux est muni d'un embrayage magnétique de Bovet, qui permet de ne le mettre en route qu'en temps opportun. Ils sont montés en série. Quant aux moteurs à champ tournant, il faut prendre quelques précautions au démarrage. Un moteur supérieur à trois chevaux ne peut pas être mis directement sur une canalisation. Les artifices varient suivant le type de moteurs et ont été l'objet d'une étude spéciale, notamment pour les moteurs destinés au pont roulant.

Edgard Haudié.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 1er Mai 1895.

M. **Levat** donne quelques indications sur la production des phosphates dans le monde, et s'étend tout d'abord sur les produits de la Floride. Il aborde ensuite la question des phosphates algériens et étudie les conditions de leur exploitation. Il termine sa communication en donnant quelques indications sur l'industrie des scories basiques obtenues dans le procédé d'affinage Thomas-Gilchrist. — D'après M. **Joffre**, les plantes absorbent surtout les combinaisons solubles dans l'eau de l'acide phosphorique. Cette absorption a notamment lieu lorsque la plante, ayant utilisé les matières de la graine, n'est pas encore assez développée pour évaporer par ses feuilles une grande quantité d'eau et utiliser ainsi les substances peu solubles qui y existent. Ces résultats expliquent les faits reconnus par MM. Schlœsing et Prunet relativement à l'action des engrais agissant mieux, mis en raies, que mélangés à la terre. Dans le premier cas, en effet, les parties solubles se transforment moins rapidement en composés insolubles. M. Joffre a constaté expérimentalement sur les betteraves que l'absorption d'acide phosphorique, en employant des superphosphates comme amendement, est bien supérieure à celle que l'on constate en faisant végéter la plante dans la cendre d'os.

Er. Charon.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 15 Mai 1895.

M. **Laisant** présente, au nom de M. Maupin, une note sur une question de probabilités traitée par d'Alembert dans l'*Encyclopédie*, et une note sur une application de la règle des partis au jeu de la manille aux enchères. — M. **Bioche** étudie les surfaces du troisième ordre à trois points doubles et à centre. — M. **Raffy** signale une identité relative aux courbes unicursales. — M. **Goursat** cherche tous les arcs commensurables avec la circonférence et dont une ligne trigonométrique a pour carré un nombre rationnel. Il montre que ces arcs sont les arcs de 0°, 30°, 45°, 60°, 90°, et ceux-là seulement pour le premier quadrant.

SOCIÉTÉ PHILOMATIQUE DE PARIS

Séance du 11 Mai 1895.

M. **D. André** fait une communication sur la structure des permutations circulaires, comparée à celle des permutations rectilignes. — M. **Léon Vaillant** : Sur une espèce de tortue de Madagascar. — M. **Kœnigs** : Sur la réalisation du mouvement d'un solide de révolution autour d'un point fixe et sur les systèmes articulés.

Ch. Bioche.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

Alfred W. Sorter. — **La question de l'hystérésis diélectrique.** — Dans la charge et la décharge alternative d'un condensateur, il y a une dissipation supplémentaire d'énergie; dans une expérience faite avec un condensateur de cinq microfarads, on a trouvé que la dissipation de l'énergie, déduite de l'amortissement des oscillations électriques, est égale à celle qui aurait eu lieu si on avait ajouté 59 ohms à la résistance du circuit. Les expériences qui suivent ont eu pour objet de chercher si cette dissipation supplémentaire est due simplement à la *viscosité* du diélectrique ou à une véritable hystérésis, à un retard à la charge par rapport à la différence de potentiel établie entre les plateaux. Les intéressantes expériences de Riccardo Arno et de P. Janet ne peuvent décider la question.

Une pile de 11 volts est en communication permanente avec un rhéostat de 850 ohms. Le condensateur peut être relié à deux contacts, l'un fixé à l'une des extrémités A du rhéostat, l'autre en un point variable, intermédiaire B, du même rhéostat. Le point B peut être déplacé d'une manière continue et réglé avec soin. Un commutateur permet de charger le condensateur et de le décharger alternativement dans un balistique.

On fera croître très lentement la f. é. m. aux bornes du condensateur, de 0 à la moitié de la f. é. m. maximum; ce sera, par exemple, ici 5 volts, 5. La courbe représentative obtenue, en prenant pour abscisses les f. é. m. et pour ordonnées les charges correspondantes, atteint ainsi un certain point P. Si, à partir de là, on décharge brusquement, on a une impulsion au balistique; mais l'impulsion n'est pas celle qui correspondait à la décharge totale; cela peut tenir à la viscosité ou à l'hystérésis. On laisse le condensateur fermé sur le galvanomètre un moment : puis on fait croître de nouveau la f. é. m. entre les plateaux, en partant encore de 0 volt, et allant cette fois jusqu'au maximum 11 volts, toujours très lentement. On atteint un point S de la courbe représentative. On repart de S en faisant décroître très lentement la f. é. m. jusqu'à 5 volts 5. Ces opérations se font en déplaçant le curseur mobile B sur le rhéostat. On atteint alors un point Q qui a la même abscisse que le point P. Si ces points sont confondus, c'est qu'il n'y a pas d'hystérésis appréciable; si, au contraire, ils sont distincts, si leurs ordonnées sont inégales, c'est qu'il y a hystérésis : on a dans ce cas une courbe analogue à celle qui représente l'aimantation d'un morceau de fer en fonction du champ magnétique. Pour voir s'ils sont confondus, une fois arrivé à ce point Q, on décharge brusquement le condensateur. L'expérience prouve qu'on a exactement la même impulsion que quand on provoquait la décharge brusque à partir du point P. A f. é. m. égales, on a donc la même quantité d'électricité, mise en jeu dans la décharge, que la valeur de la f. é. m. soit atteinte en croissant ou en décroissant. On en conclut que le condensateur présente des effets de viscosité diélectrique, mais qu'on n'a pu y découvrir aucune trace d'hystérésis.

2° Sciences naturelles

G. Massee. *Assistant principal, Royal gardens, Kew.* — **Note sur la maladie des choux et plantes similaires, connue sous le nom de « Doigt et Orteil » (Finger and Toe), etc.** — La maladie connue en différentes parties de la Grande-Bretagne sous le nom de « Doigt et Orteil » (*Finger and Toe*), « renflement », tumeur (*clubbing* ou *anbury*) attaque les navets, les raves, les choux, les radis, en un mot la plupart des plantes sauvages, cultivées de l'ordre des crucifères; elle atteint en outre plusieurs plantes sauvages telles que la ravenelle, le vélar, la bourse-à-pasteur, l'alliaire (*sisymbrium alliaria*). La maladie est caractérisée par la formation de nombreux nodules sur la racine qui se contourne et meurt bientôt en formant une masse gluante et fétide. Berkeley étudia le premier

cette maladie, et ses recherches lui révélèrent l'existence d'un élément morbigène jusque-là inconnu, mais qu'il ne put déterminer avec précision ; il constata l'effet utile des cendres de bois et l'attribua aux sels de potasse qu'elles contiennent. Woronin établit que la maladie avait pour cause un micro-organisme, apparenté aux champignons, auquel il donna le nom de *plasmodiophora brassicæ*. Voelcker montra que la maladie ne se développait point sur les plantes qui poussaient dans un terrain riche en chaux. L'auteur a repris la question dans une série d'expériences prolongées à Kew pendant 4 ans. — I. Des plants de choux sains plantés dans un sol qui avait produit deux années auparavant une récolte de choux malades, devinrent malades à leur tour. Des plants témoins provenant des mêmes semences et cultivés dans un sol stérilisé demeurèrent indemnes. Sommerville a déjà démontré que des navets sont atteints par la maladie quand ils sont semés dans un sol provenant d'une zone infectée. A. *Expériences faites dans une solution stérilisée d'engrais stable.* — II. Le contenu de deux flacons fut infecté par l'addition de tubercules écrasés de racines de choux malades. On ajouta dans l'un des flacons 2 % d'une solution saturée d'hydrate de potassium et dans l'autre 2 % d'acide sulfurique du commerce. Un jeune plant de choux parfaitement sain fut placé dans chaque flacon; au bout de deux mois, le plant placé dans le flacon contenant l'hydrate de potassium était très vigoureux et parfaitement exempt de toute maladie; l'autre, au contraire, était fortement atteint, beaucoup plus que les plants témoins cultivés dans un sol infecté qui n'avait point été traité par l'acide. Des expériences semblables poursuivies consécutivement pendant plusieurs années ont toujours donné le même résultat. — III. Deux jeunes plants de choux montrant des symptômes nets de la maladie ont été placés dans des flacons contenant les mêmes proportions d'hydrate de potassium et d'acide sulfurique que précédemment. Au bout de deux mois, le plant cultivé dans la solution contenant l'hydrate de potassium était parfaitement sain, les nodules de la racine avaient disparu; l'autre plant était très malade. Des résultats analogues furent obtenus en substituant à l'hydrate de potassium de l'hydrate d'ammonium et à l'acide sulfurique de l'acide chlorhydrique. — IV. Deux plants de choux atteints de la maladie furent placés dans deux flacons de la solution stérilisée. Le liquide de l'un de ces flacons fut saturé pendant une semaine d'acide carbonique, l'autre flacon ne fut soumis à aucun traitement particulier. Au bout de deux mois la maladie s'était développée au même degré dans les deux plants, ce qui prouve que le CO^2 n'exerce pas d'action sur le développement des *Plasmodisphoræ*. B. *Expériences faites dans un sol stérilisé* — V. Deux pots de terre stérilisée à la vapeur furent infectés avec des racines écrasées de choux malades. La terre d'un des pots fut mêlée à de la chaux vive, celle de l'autre à de l'engrais d'os ayant une réaction acide. Un plant de chou sain fut planté dans chacun des deux pots, et au bout de deux mois le plant cultivé dans le pot contenant de la chaux vive était resté parfaitement sain tandis que l'autre était très malade. — VI. Deux pots contenant l'un de la terre mêlée de chaux vive, l'autre de la terre mêlée d'engrais d'os acide recurent chacun un plant de chou malade. Au bout de deux mois, la maladie était plus développée sur chacun des deux plants qu'au moment où ils avaient été plantés, ce qui prouve que la présence de la chaux ne suffit point à arrêter le développement de la maladie une fois déclarée. Les observations et expériences précédentes prouvent : 1. Qu'outre les plantes cultivées, plusieurs plantes sauvages, de l'ordre des crucifères, sont attaquées par la *Plasmodiophora*, d'où la nécessité de détruire ces plantes dans les champs et le long des haies. 2. Les germes de la maladie subsistent dans le sol qui a produit une récolte malade et conservent leur vitalité au moins deux ans. 3. Le développement de la *Plasmodiophora* est favorisé par la présence des acides et entravé par celle des alcalis, ce qui les rapproche davantage à ce point de vue des champignons que des bactéries. 4. Pour stériliser un sol infecté, on peut employer soit la chaux, soit un engrais contenant des sels de potasse; ce dernier procédé est le meilleur, car non seulement il détruit les germes qui sont dans le sol, mais arrête également la maladie dans les plants qui en sont atteints, et ces sels constituent de plus un des aliments nécessaires à la croissance des navets.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 27 Mars 1895

M. le Dr **Amstrong**, président, rend compte de la marche de la Société pendant la dernière session; il rappelle la remarquable découverte de lord Rayleigh et du Pr Ramsay et remet à lord Rayleigh, au nom de la Société de Chimie de Londres, la médaille Faraday « en reconnaissance des services qu'il a rendus à la science par la découverte de l'Argon ». — M. le Pr **Ramsay** fait ensuite une communication sur la découverte de l'hélium[1] dans la clévite, et M. **Crookes** sur le spectre du gaz retiré de la clévite. — M. le Président continue ensuite son rapport sur la marche de la Société et fait l'éloge des membres défunts durant l'exercice de ses fonctions. — La Société vote, par acclamations, des remerciements à M. le Dr Amstrong et passe à l'élection de son bureau pour la session qui vient de s'ouvrir. — M. **A. Vernon Harcourt** est élu président. MM. Atkinson, Ph. D., Horace, T., Brown, F. R. S., F. R. Japp, F. R. S., Ludwig Mond, F. R. S., C. O. Sullivan, F. R. S., W. C. Roberts-Austen, F. R. S. sont nommés vice-présidents. Sont élus secétaires : MM. J. M. Thomson, W. R. Dunstan, F. R. S., Raphaël Meldola, F. R. S., trésorier : M. T. E. Thorpe, F. R. S.

Séance du 23 Avril 1895

MM. **William A. Tilden** F. R. S. et **O. Forster** ont trouvé que, dans la réaction du chlorure de nitrosyle sur les amides, le groupe AzH^2 est d'abord remplacé par le chlore; mais, comme il se forme en même temps une molécule d'eau, le chlorure qui résulte de cette réaction est transformé en un acide correspondant de formule plus ou moins compliquée suivant les conditions de l'expérience. L'acétamide, la benzamide, la malonamide, l'acide aspartique, l'urée et l'uréthone suivent cette règle. La glycosine et l'asparagine donnent un acide chloré correspondant aux dérivés amidés. Du fait que la glycosine et l'asparagine peuvent échanger le groupe AzH^2 contre un atome de chlore, les auteurs concluent que ces substances doivent être représentées par des formules les faisant dériver des composés amidés des acides acétique et succinique. — MM. **William A. Tilden F. R. S.** et **B. C. Marshall**, dans leurs recherches sur les produits obtenus par l'action du chlorure de nitrosyle sur l'asparagine en solution dans l'acide chlorhydrique, et mieux, en solution dans l'acide chlorosuccinique, ont obtenu un corps fondant à 174° et doué d'un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -19.67$ à la température ordinaire. Ils ont préparé les sels d'argent et de cuivre de cet acide qui, par son point de fusion, semble être l'isomère de l'acide chlorosuccinique dextrogyre, obtenu par Walden en partant de l'acide malique. Les valeurs des pouvoirs rotatoires des deux composés sont à peu près les mêmes, car l'acide obtenu par Walden a un pouvoir rotatoire de 20°,6 à 20°,8. La légère différence pour l'acide lévogyre est due probablement à une dissociation partielle dans l'eau. — M. **Lewis T. Wright** publie ses recherches sur les produits gazeux de la partie non lumineuse d'un bec de gaz. — M. **J.-J. Sudborough** prépare les acides benzoïques diorthosubstitués en chauffant les nitriles avec l'acide sulfurique à 120°-130°. Les acides amidés ainsi obtenus sont convertis en acides correspondants au moyen du nitrite de sodium suivant le procédé Bouveault. L'auteur a pu

[1] Voir *Revue générale des sciences*, n° 7, p. 297.

préparer ainsi toute la série des acides bromobenzoïques. — M. J.-J. Sudborough, dans la préparation des dérivés substitués de la deoxybenzoïne,

$$C^6H^5CO\,CH^2C^6H^5,$$

qui consiste à chauffer un mélange de déoxybenzoïne, d'éthylate de sodium et de différents halogènes en tube scellé à 150-160°, a remarqué la formation constante d'une grande quantité de stilbène. Ses expériences le portent à croire que ce corps provient de l'action de l'éthylate de sodium. L'analyse montre que le corps produit à côté du stilbène est de l'hydroxydibenzyle. Si l'on emploie le méthylate de sodium il ne se forme pas trace de stilbène; le méthylate de sodium, joue en effet le rôle d'un agent substituant — MM. A. G. Perkin et J. Geldard ont trouvé que les principes colorants contenus dans les baies de Perse sont formés de rhamnazine (éther diméthylique de la quercitine), de rhamnétine (éther monométhylique du même corps) et de quercitine même $C^{15}H^{10}O^7$. — MM. E. Divers F. R. S. et T. Haga, d'après leurs recherches sur le nitrosulfate de potasse, sont convaincus qu'il ne peut exister un isomère du corps obtenu par Pelouze par l'action de l'oxyde d'azote sur le sulfite de potassium; ceci contrairement à l'opinion de Houtsch, soutenant que le sel obtenu par Raschig est un mélange de deux isomères. Les auteurs croient pouvoir conclure que les nitr sulfates n'ont aucune analogie avec les isonitramines comme le pense Traube, mais qu'ils ont plutôt une constitution analogue à celle d'un sulfate. Ils leur attribuent la formule : $KO.Az^2O.SO^3K$, contraire à celle de Hantsch

$$\begin{array}{c} KO\ Az.\ Az.\ SO^3K \\ \diagdown\ \ \diagup \\ O \end{array}$$

qui en ferait des sulfonates.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 17 Avril 1895.

M. Flinders Petrie fait une communication sur une nouvelle race en Egypte; il expose les résultats de son travail en Egypte durant la dernière saison. La région où il s'est engagé est à environ 30 milles au nord de Thèbes, sur la rive ouest du Nil. En étudiant le plateau près de Thèbes, à environ 1400 pieds au-dessus du niveau actuel du fleuve, on a découvert des restes de l'homme paléolithique. Jusqu'ici les pierres, trouvées dans les sables, étaient arrondies par l'action de l'eau. On a trouvé sur le plateau des pierres taillées à arêtes aussi vives que lorsqu'elles sortaient des mains des artisans paléolithiques, qui venaient habiter sur les coteaux quand le fleuve remplissait la vallée sur une largeur de 8 ou 9 milles et à une profondeur de 100 pieds. Les pierres sont de même type (en forme de feuilles et en forme triangulaire) que celles des galeries d'Europe. M. Petrie est retourné à la place où il avait travaillé cette année, parce qu'il y a vu les ruines d'une petite ville égyptienne et d'un temple dont les antiquités sont restées intactes. C'était un temple dédié au dieu Set, qui représente l'esprit du mal. Autrefois les Egyptiens adoraient en même temps les frères Set et Horus, mais plus tard l'adoration de Set fut interdite. Elle dura jusqu'à la dix-huitième dynastie, environ 1550 avant Jésus-Christ. Dans le temple on a trouvé une table sculptée sur laquelle est une représentation de Set, avec une tête d'animal, donnant la vie au roi. Il n'y a pas trace de la dernière occupation grecque. Mais la découverte de cette ville, appelée *Nubt* ou *Ombos*, explique un passage obscur de la 15e satire de Juvénal. On a trouvé des vases et d'autres articles sous les fondations du temple, qui est supposé dater du temps de Thothmès III. La poterie est très importante au point de vue de la fixation des dates de l'histoire ancienne de l'Egypte. Environ à un quart de mille de la ville et du temple sont les ruines d'une autre ville, dans laquelle on trouve des objets dont aucun n'était connu dans aucune autre ville égyptienne. Trois ou quatre milles plus loin, une autre ville où également il n'y a aucune ruine égyptienne. Dans la première, on a trouvé 2000 tombes dont 1600 ont été étudiées dans le détail par M. Petrie. On pensait, au début, qu'elles pouvaient appartenir à la race qui existait avant l'établissement de la civilisation égyptienne, mais il n'en est pas ainsi. Les Egyptiens couchaient le corps tout de son long et l'embaumaient, et les tombes étaient assez creusées pour que la terre ne touchât pas le corps. Dans le cas actuel, le corps est couché sur le côté et plié, les coudes touchant les genoux, et la tête du côté du sud, la face tournée à l'ouest, et pas de trace d'embaumement. La tombe est une tranchée ouverte, et la terre est rejetée sur le corps. Ces tombes ressemblent à celles trouvées par Schliemann, à Mycènes. Les crânes sont très développés, le front très haut, les sourcils et les os du nez fortement marqués, et les dents droites ne présentent aucune trace du type nègre. Les femmes ont de longs cheveux, dont quelques échantillons sont très bien conservés. Tout cet aspect correspond au type libyen-amorite, reconnu par le professeur Sayce et d'autres savants. On a trouvé dans les tombes des vases rouges pleins de cendres de bois. Il n'y a pas trace de crémation; les « grands feux » dont parle la Bible, et qu'on faisait aux funérailles de certains des rois juifs s nt, sans doute, une imitation de ceux que faisaient les Amorites, voisins des Israélites. Il y a des rayures sur ces vases, mais point d'hiéroglyphes. Les tombeaux de cette race sont dans le passage qui conduit aux tombes des Egyptiens de la quatrième dynastie ; ainsi cette race a existé après la première grande période de la civilisation égyptienne. D'autre part, on trouve des restes de la douzième dynastie au-dessus des tombeaux de cette race. Il est probable qu'elle a été contemporaine des septième, huitième et neuvième dynasties, et qu'à certains égards elle était aussi civilisée que les Egyptiens, dont elle envahit le pays, et avec lesquels elle n'avait aucune relation. La date de cette invasion est d'environ 3000 ans avant Jésus-Christ. Les formes ressemblent à celles qu'on trouve à Malte et qu'on suppose généralement être de la race des Phéniciens, mais que M. Petrie croit être des Libyens. Dans l'enterrement, la tête est souvent séparée du corps ; quelquefois le bras est coupé, des os sont arrachés et l'on a extrait la moelle. Ce qui prouve que cette race pratiquait au moins le cannibalisme dans ses cérémonies ; une partie du corps était partagée de façon que les vertus du défunt passent aux vivants. L'usage du tour à poterie était inconnu; tous les vases sont faits à la main et ont une forme gracieuse. C'est un signe évident que la race n'avait pas de relation avec les Egyptiens, qui se servaient du tour pour faire leurs poteries. Dans leurs représentations des oiseaux, les pieds ne sont jamais figurés; tandis que, chez les Egyptiens, les pieds sont toujours en évidence. La race ne vient pas du sud, car elle n'a aucun rapport avec la race nègre. Elle ne vient, sans doute, pas du nord, car la civilisation égyptienne est sans interruption à Memphis à partir de la quatrième dynastie. Elle vient probablement de l'ouest, car la région occupée était opposée à l'oasis de l'ouest, d'où une race envahissante partait pour marcher vers l'est. M. Petrie pense que les Amorites de Syrie et cette race appartiennent tous deux à la race libyenne qui habitait le nord de l'Afrique, et qui, vers la fin de la dixième dynastie, se bifurqua en deux branches, l'une allant vers la Syrie, l'autre s'avançant sur la région ouest du Nil, détruisant les populations qui y habitaient, mais incapable de les refouler vers le nord et de s'étendre jusqu'à Memphis.

W. Peddie.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

6e ANNÉE N° 12 30 JUIN 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES ALLIAGES MÉTALLIQUES

Les alliages métalliques occupent dans l'industrie une place très importante. Ils sont presque toujours employés de préférence aux métaux purs, en raison des qualités spéciales qu'ils possèdent. La dureté considérable de l'acier, du bronze, du laiton, rend précieux tous ces alliages pour la confection des pièces mécaniques, et les font employer de préférence au fer, au cuivre et au zinc; la fusibilité et la fluidité de la fonte et du bronze permettent d'obtenir très économiquement, par moulage, des pièces compliquées qu'il serait difficile de préparer avec le fer ou le cuivre pur. Ces qualités des alliages ont été reconnues depuis les temps les plus reculés : les Grecs et les Romains employaient un alliage complexe et assez variable, connu sous le nom d'*airain;* plus anciennement encore, on fabriquait déjà un métal semblable qui a donné son nom à une période des temps préhistoriques : l'âge de bronze. La question des alliages peut donc, en tout temps, être considérée comme un sujet d'actualité ; mais les progrès considérables faits depuis quelques années dans la métallurgie de certains métaux, difficiles à obtenir jusque-là, ont rendu cette actualité plus grande que jamais. L'abaissement du prix de revient de l'aluminium et du nickel employés déjà sur une grande échelle dans la fabrication du laiton à l'aluminium et de l'acier au nickel, l'obtention au four électrique du silicium, du chrome et d'autres métaux rares, permettent d'espérer que des progrès importants seront réalisés d'ici peu d'années dans l'industrie des alliages.

D'un autre côté, la période de tâtonnement de la science, dans ses applications aux alliages, semble toucher à sa fin. On parviendra certainement, à très bref délai, à débrouiller définitivement une question restée assez obscure jusqu'ici. Tandis que les progrès faits par la Chimie depuis le commencement de ce siècle ont donné à un grand nombre d'industries une impulsion toute nouvelle, l'industrie des alliages a échappé à ce mouvement; elle continue à progresser lentement par l'emploi de méthodes empiriques peu supérieures à celles qu'employaient nos ancêtres. Chaque progrès est le résultat de tâtonnements en nombre illimité que des notions scientifiques précises permettraient sinon de supprimer complètement, au moins de réduire dans une très large mesure. La science, en effet, en établissant, comme cela est son objet exclusif, des relations générales entre les différents faits particuliers, permet d'arriver à la connaissance des phénomènes naturels complexes par l'observation directe d'un beaucoup plus petit nombre des faits élémentaires qui les composent.

Pour se rendre compte combien, dans l'état actuel, les notions scientifiques relatives aux alliages sont peu répandues, il suffit d'ouvrir un traité quelconque de Chimie générale. C'est à peine si l'on consacre quelques lignes à ces corps malgré leur importance capitale, et ce que l'on en dit est tout à fait vague ou même incompréhensible, quand cela n'est pas inexact. On invoque des résultats d'expériences remontant déjà à un demi-siècle, on insiste gravement sur ce que la densité des alliages n'est

pas exactement la moyenne de celle des métaux constituants, comme si une moyenne semblable se rencontrait jamais dans aucun mélange chimique, soit combinaison, soit dissolution. On est bien d'accord pour admettre l'existence de combinaisons définies dans les alliages, mais on ne donne pas la composition d'une seule d'entre elles, et les raisons mêmes invoquées pour prouver leur existence sont presque toutes erronées; on donne tantôt l'accroissement de fusibilité des métaux par leur mélange, ce qui est, au contraire, le caractère de l'absence de combinaison, ou bien encore l'existence de temps d'arrêt au refroidissement, qui n'ont en réalité rien à faire avec les combinaisons définies.

On serait porté, d'après cela, à penser que les recherches expérimentales sur les alliages métalliques ont été jusqu'ici fort peu nombreuses et dépourvues d'intérêt. En fait, il existe sur cette question des travaux très importants, dus, pour le plus grand nombre, à des savants anglais : Crace-Calvert, Mallet, Matthiessen, Roberts-Austen, Lodge, Kamenski, à côté desquels il faut rappeler ceux d'un savant français, M. Riche. L'objet de cet article est de résumer les plus intéressantes de ces recherches et de montrer comment elles ont établi définitivement quelques vérités très importantes, notamment l'existence et la formule chimique des composés définis qui existent dans certains alliages usuels : les bronzes, les laitons, etc., et surtout comment elles ont défini, en en prouvant l'efficacité, un certain nombre de méthodes d'investigation applicables à tous les cas semblables.

!

Le problème qui se pose dans l'étude scientifique des alliages aussi bien que dans leur étude industrielle, est de rattacher leurs différentes propriétés aux causes immédiates dont elles dépendent, c'est-à-dire de trouver une relation entre la dureté, la malléabilité, la fusibilité, la conductibilité électrique des alliages, etc., et certains facteurs élémentaires plus simples et plus généraux.

On peut, dès à présent, considérer comme un fait acquis que les deux facteurs élémentaires les plus importants de beaucoup, et peut-être même les seuls à envisager, sont :

1° La *constitution chimique*, c'est-à-dire la nature et la proportion des métaux mêlés, la nature des combinaisons diverses et des mélanges isomorphes qu'ils forment, enfin l'état chimique de ces diverses matières : état cristallisé ou amorphe avec leurs différentes variétés allotropiques.

2° La *constitution physique* ou *structure*, c'est-à-dire la forme et la dimension des divers cristaux, des diverses agglomérations élémentaires dont la réunion constitue la masse solide et compacte du métal.

Constitution physique. — L'expérience des usines a fait voir depuis longtemps que l'on modifiait considérablement les propriétés mécaniques des métaux par un choix convenable des procédés de travail employés dans la fabrication, leur constitution chimique restant d'ailleurs invariable. Un métal fondu et un métal forgé n'auront pas la même malléabilité; un métal écroui et un métal recuit n'auront pas la même limite élastique. Mais la complexité des procédés de travail rend impossible l'établissement de lois précises rattachant les qualités du métal au travail qu'il a subi. Heureusement la même expérience des usines a montré que le travail mécanique des métaux modifie en même temps leur structure physique, qui est accessible à l'expérimentation directe et conserve les traces permanentes des transformations successives du métal pendant son élaboration. Pendant longtemps on s'est contenté, pour caractériser cette structure, de l'aspect des cassures. Mais aujourd'hui on a recours à l'examen microscopique, beaucoup plus précis, des surfaces métalliques, attaquées, après un polissage préalable, par des réactifs convenables. Sorby, l'auteur de cette méthode, employait, pour les fers et les aciers, une attaque à l'acide; pour les mêmes métaux, M. Osmond emploie simplement un polissage très prolongé, qui laisse en relief les parties les plus dures du métal; M. Guillemin emploie, pour les bronzes, l'oxydation à température ménagée, qui produit une coloration différente des divers éléments constitutifs de l'alliage; M. G. Charpy, pour tous les alliages du cuivre, constitue une pile avec l'alliage étudié et un alliage de composition voisine, ce qui permet de limiter strictement l'attaque aux éléments les plus altérables du métal. L'une ou l'autre de ces méthodes, complétée par la reproduction photographique des surfaces attaquées, permet une étude très précise de la structure du métal. Mais, jusqu'ici, il ne s'est encore dégagé de ces études aucune conclusion générale, c'est-à-dire d'ordre scientifique. Pour ce motif, il ne sera pas parlé, dans cette étude, des recherches relatives à la structure, malgré les services qu'elles ont déjà rendus à l'industrie.

Constitution chimique. — Les propriétés des alliages dépendent de la nature et des proportions des métaux alliés; c'est là un fait tellement évident qu'il n'y a pas lieu d'y insister plus longtemps. Mais la composition chimique élémentaire ne suffit pas, à elle seule, pour définir toute la constitution

chimique : il faut tenir compte de l'état de combinaison des éléments en présence.

Pour définir la constitution chimique d'une roche naturelle, d'un granite, par exemple, il ne suffit pas de se reporter à son analyse chimique élémentaire, il faut connaître les combinaisons définies (mica, feldspath, etc...) qui y existent. De même, pour les alliages, il se forme des combinaisons définies qui doivent nécessairement intervenir dans la détermination des propriétés du métal. En fait, cette influence est considérable et la démonstration de cette influence a été le résultat le plus important des recherches qui vont être résumées ici. Il suffira, pour le moment, d'indiquer que la dureté considérable de quelques alliages des métaux mous est la conséquence de l'existence de certaines combinaisons définies qui n'ont rien gardé des propriétés des métaux constituants.

Les différents états allotropiques d'un métal ou d'une combinaison ont des propriétés très différentes; ce sont les différents états d'un carbure de fer qui entraînent les différences profondes existant entre les propriétés de l'acier trempé et de l'acier recuit. De même le ferro-nickel, ou alliage de fer et nickel à 25 % de nickel, existe sous deux modifications allotropiques, dont l'une est magnétique et l'autre ne l'est pas, dont l'une possède une très grande dureté, l'autre, au contraire, est remarquable par sa grande malléabilité.

Ces quelques exemples suffisent pour montrer le rôle capital de la constitution chimique des alliages, et, par suite, l'intérêt que présente son étude complète ainsi que celle des relations qui existent entre cette constitution et les principales propriétés des alliages. Mais cette étude présente une difficulté spéciale qu'il faut bien mettre en lumière pour faire comprendre l'obscurité qui règne encore sur la question des alliages et les raisons qui ont empêché les travaux remarquables faits jusqu'ici, de porter les fruits qu'on était en droit d'en espérer.

L'ordre logique à suivre dans une semblable étude, serait d'étudier d'abord la constitution chimique des alliages, et, une fois cette constitution connue, de chercher quelle influence elle aura sur les propriétés plus complexes des mêmes métaux. Mais il n'existe aucun moyen direct d'étudier cette constitution : les méthodes d'analyse immédiate dont dispose la Chimie minérale, sont tout à fait rudimentaires et inapplicables dans la majeure partie des cas. On arrive bien à séparer quelques combinaisons définies par l'action des acides sur certains alliages renfermant excès d'un métal facilement attaquable; mais on a rarement la certitude d'être arrivé à dissoudre tout le métal libre, sans avoir commencé à dissoudre une certaine quantité du même métal combiné; cette méthode peut donner des indications intéressantes, mais ne saurait conduire à une conclusion certaine, et surtout elle n'est applicable que dans des circonstances exceptionnelles.

D'autre part, l'opacité des métaux met en défaut, d'une façon absolue, les méthodes optiques qui permettent, en pétrographie, par un examen rapide au microscope, de reconnaître immédiatement la constitution chimique d'une roche.

On est obligé, dans l'étude des alliages, de procéder au rebours de l'ordre logique, de commencer à étudier leurs propriétés complexes : propriétés mécaniques, électriques, magnétiques, etc., et de tirer ensuite des faits ainsi observés des inductions relatives à la constitution chimique, ce qui nécessite l'intervention d'hypothèses plus ou moins arbitraires dans lesquelles le sentiment personnel tient une large part. Il en est résulté que les conclusions des diverses recherches sur les alliages ont été parfois contradictoires, et n'ont fait souvent qu'augmenter l'obscurité apparente de la question. C'est là sans doute le motif du silence gardé sur ce sujet dans tous les traités de Chimie.

Si, au lieu de n'envisager à la fois qu'une seule propriété des alliages, comme l'ont fait les différents expérimentateurs qui les ont étudiés jusqu'ici, on fait intervenir à la fois toutes leurs propriétés, le problème se simplifie immédiatement : on reconnaît que certaines inductions relatives à la constitution chimique sont identiques, quelle que soit celle des propriétés du métal prise comme point de départ, et peuvent, en conséquence, être considérées comme définitivement acquises; pour les autres, au contraire, il y a désaccord absolu; il ne faut donc y voir que des hypothèses erronées.

On passera rapidement en revue les études faites jusqu'ici des différentes propriétés des alliages en indiquant seulement celles de leurs conséquences qui semblent définitivement établies.

II

Conductibilité électrique. — Les expériences sur la conductibilité électrique sont au nombre de celles qui ont jeté le plus grand jour sur la constitution chimique des alliages.

Il semble *à priori* que, dans le cas d'alliages constitués par la juxtaposition de cristaux des deux métaux, la conductibilité doive être la somme des conductibilités propres des quantités des deux métaux entrant dans l'alliage. Cette conséquence se vérifie, d'après les expériences de Matthiessen, pour un certain nombre d'alliages dont la courbe de conductibilité est formée par la droite joignant la conductibilité des deux métaux pris à l'état de pureté. Le graphique de la figure 1 (page 532) résume ces résultats.

Mais en général, la conductibilité des alliages est bien inférieure à celle qui serait ainsi calculée par

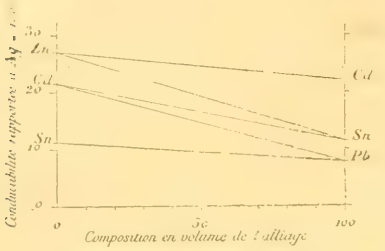


Fig. 1. — *Courbes de conductibilité d'un certain nombre d'alliages.*

la règle des mélanges, et, de plus, il suffit de l'addition de très petites quantités d'un métal à un excès d'un autre, pour produire une chute déjà

Fig. 2. — *Courbes de conductibilité des alliages Pb-Bi, Pb-Sb, Sn-Bi, Sn-Sb.*

considérable de conductibilité, comme le montrent les graphiques des figures 2 et 3 reproduisant d'anciennes expériences de Matthiessen.

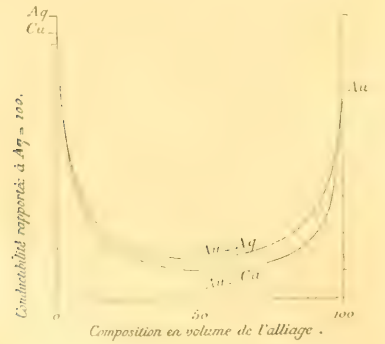


Fig. 3. — *Courbes de conductibilité des alliages Au-Ag, Au-Cu.*

On ne peut, jusqu'ici, rattacher d'une façon certaine cette particularité à la constitution chimique de l'alliage, sans faire des hypothèses discutables. Matthiessen avait conclu à l'existence de transformations allotropiques, mais cette conclusion est contredite par l'étude des autres propriétés. Il semblerait plutôt que cet accroissement de résistance doive être attribué à la production de mélanges isomorphes. Cette conclusion semble difficilement contestable dans le cas des alliages du fer avec le nickel et le manganèse, de l'argent avec l'or.

Dans certains cas, les courbes de conductibilité

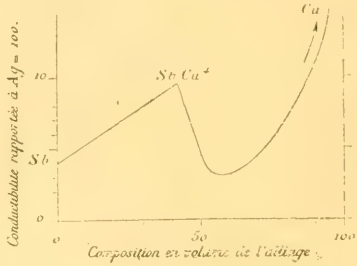


Fig. 4. — *Courbe de conductibilité de l'alliage Sb-Cu.*

présentent une allure plus irrégulière encore : on observe, pour une certaine composition, un relèvement de la conductibilité; la courbe présente un maximum anguleux : c'est le cas des alliages dont

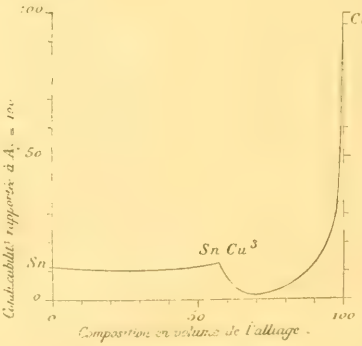


Fig. 5. — *Courbe de conductibilité de l'alliage Sn-Cu.*

les courbes sont reproduites dans les figures 4, 5 ci-dessus et 6 page 533).

A première vue, l'existence de ce maximum semble bien correspondre à une combinaison définie; l'exactitude de cette interprétation est démontrée par le fait que l'on retombe ainsi, pour ces combinaisons, sur les mêmes formules que par les autres méthodes; ainsi, pour les alliages étain-cuivre, on trouve la formule $SnCu^3$ à 61,8 %

de cuivre, à laquelle conduisent également l'étude des densités, des dilatations, des forces électromotrices, et les méthodes de séparation chimique.

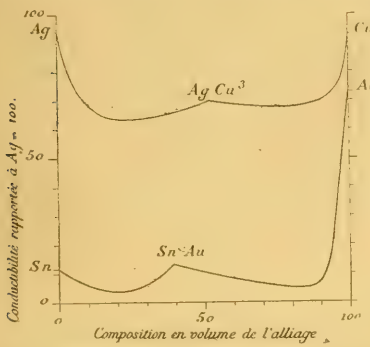


Fig. 6. — *Courbe de conductilité des alliages Sn-Au, Ag-Cu.*

L'étude des conductibilités électriques permet encore de caractériser d'une façon très nette les transformations allotropiques que les métaux éprouvent sous l'influence d'une élévation de température. Chaque variété allotropique possède une courbe de conductibilité distincte en fonction de la température, et le point d'intersection des

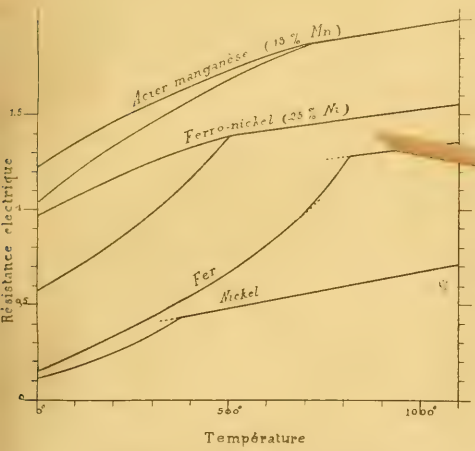


Fig. 7. — *Résistance électrique du fer, du nickel et de leurs alliages.*

courbes deux à deux donne la température de transformation de ces variétés l'une dans l'autre. L'étude des mêmes courbes permet de reconnaître l'influence de la trempe sur la conservation, à la température ordinaire, des variétés normalement stables à chaud. Voici, à titre d'exemples, quelques courbes semblables relatives au fer, au nickel, et à un certain nombre de leurs alliages (fig. 7).

La comparaison des points de transformation des métaux purs avec ceux de leurs alliages permet, en outre, de reconnaître si, dans les alliages, les métaux existent simplement juxtaposés ou à l'état soit de combinaisons, soit de mélanges isomorphes. Dans le premier cas, on doit retrouver les points de transformation propres à chacun des métaux à leur température normale; dans le second cas, on doit observer, en outre, les points de transformation de la combinaison, si elle en possède; enfin, dans le troisième cas, les points de transformation se déplacent d'une façon continue avec la composition de l'alliage; cette condition, qui est remplie dans les alliages de fer et nickel, est une preuve certaine de l'isomorphisme de ces métaux.

La *force électromotrice* de dissolution des alliages donne les indications les plus précises sur l'existence des combinaisons définies. Si les cristaux des différents métaux sont simplement juxtaposés, sans aucun mélange chimique, la force électromotrice observée est pour toutes les compositions celle du métal le plus facilement attaquable. S'il se forme une combinaison définie, la force électromotrice du métal le plus facilement attaquable ne s'observe que pour les proportions de ce métal dans l'alliage supérieures à celle qui correspond à la combinaison définie; pour cette composition, il se produit un changement brusque dans la valeur de la force électromotrice. Les expériences de Lauric, faites par cette méthode, dont le principe est dû à Œrstedt, ont permis d'établir avec certi-

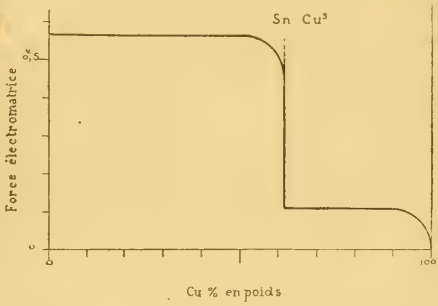


Fig. 8. — *Force électromotrice de l'alliage Sn-Cu.*

tude l'existence des combinaisons définies suivantes :

$$Sn\,Cu^3 — Zn^2\,Cu — Sn\,Au$$

La courbe de la figure 8 se rapporte aux alliages du cuivre et de l'étain.

Enfin, dans le cas des mélanges isomorphes, il semble que la force électromotrice doive varier

d'une façon continue avec la composition de l'alliage.

Le *pouvoir thermo-électrique* des alliages varie d'une façon considérable avec leur composition; mais on n'a signalé jusqu'ici aucune relation définie entre cette variation et celle de la constitution chimique; les mesures de pouvoir thermo-électrique ne semblent donc pas utilisables, pour le moment, dans une étude d'ensemble sur les alliages métalliques.

Les *propriétés magnétiques*, moins étudiées encore, sont, pour le même motif, sans application actuelle.

Densité. — La densité d'un mélange mécanique ne peut différer beaucoup de la moyenne des densités des corps constituants; il en est rarement ainsi, au contraire, dans les mélanges homogènes chimiques (*combinaison ou dissolution*). On peut dont espérer tirer quelques indications des mesures de densité. Des expériences extrêmement nombreuses ont été faites dans cette voie, mais sans conduire à aucun résultat bien intéressant. Les variations de densité résultant des combinaisons entre corps similaires sont toujours très faibles; en fait, dans les alliages métalliques les écarts entre les densités observées et les densités calculées par la règle des mélanges ne dépassent pas 3 %, c'est-à-dire sont de l'ordre des variations de densité qu'un métal pur peut éprouver. Aussi les expérimentateurs les plus habiles n'arrivent-ils qu'à des résultats très discordants; M. Riche, dans une étude sur les alliages de cuivre et d'étain, a mis en évidence l'importance de ces écarts et a montré que, si l'on pouvait, dans une certaine mesure, les atténuer, on ne pouvait espérer les supprimer complètement. Il a fait voir que les densités prises sur des barreaux sont tout à fait différentes de celles que l'on observe sur la limaille. Voici quelques-uns des résultats obtenus par ce savant (Tableau I) :

Tableau I

COMPOSITION DE L'ALLIAGE	BARREAUX	LIMAILLE
[illegible]	[illegible]	
Sn^5Cu	7.52	7.23 à 7.32
[illegible]	7.74	[illegible] 7.84
$SnCu$	8.12	7.87 7.93
$SnCu^2$	8.57	8.07 8.23
$SnCu^3$	8.96	8.04 8.99
[illegible]	[illegible]	8.61 8.8[illegible]
$SnCu^5$	8.87	8.51 8.73
[illegible]	8.83	8.72 9.04

Les causes de ces irrégularités ne sont pas complètement connues; la plus importante pour les alliages riches en cuivre semble être la variation de densité de ce métal qui, à l'état pur, d'après Marchand, pourrait aller de 7,7 à 8,94. En outre, il existe dans les barreaux des vides résultant soit des bulles de gaz dégagées pendant la solidification du métal fondu, soit des solutions de continuité amenées par l'inégale contraction des cristaux juxtaposés qui n'ont pas le même coefficient de dilatation. Ces deux causes d'erreurs peuvent être supprimées par l'emploi de la limaille, mais de nouvelles causes d'erreurs remplacent les précédentes. La désagrégation du métal ne peut être obtenue sans un écrouissage qui fait varier irrégulièrement sa densité; enfin, les phénomènes bien connus de liquation font que la limaille n'a pas la même composition et par suite la même densité suivant le point où elle a été prise.

Les expériences faites par M. Riche sur la limaille d'alliage de cuivre et d'étain montrent nettement, malgré les discordances des résultats, qu'on ne saurait admettre que ces alliages soient constitués par la juxtaposition de cristaux de cuivre et d'étain. La densité reste à peu près constante et égale à 8,9 depuis le cuivre pur jusqu'à l'alliage $Sn\,Cu^3$, puis, pour les teneurs en cuivre moindres, elle décroît régulièrement jusqu'à la densité de l'étain 7,3. Le graphique de la figure 9 résume ces résultats :

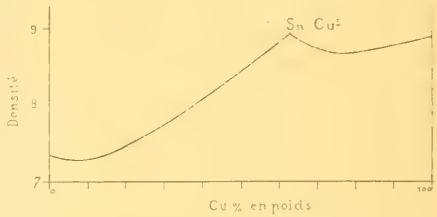


Fig. 9. — *Courbe des densites de l'alliage Sn-Cu.*

Ces résultats s'expliquent très simplement si l'on admet l'existence de la combinaison $Sn\,Cu^3$ en lui attribuant une densité égale à celle du cuivre.

Coefficient de dilatation. — Des expériences faites par Grace-Calvert sur la dilatation des alliages de cuivre et étain ont donné les résultats résumés dans le diagramme de la figure 10 (page 535).

Le maximum de cette courbe correspond à la même composition $Sn\,Cu^3$. On ne peut expliquer cette allure de la courbe de dilatation sans admettre l'existence de la combinaison définie correspondante. Un mélange mécanique de cuivre et d'étain aurait nécessairement donné une courbe continue. Mais les expériences semblables ont été jusqu'ici fort peu nombreuses.

Fusibilité. — L'étude de la fusibilité des alliages,

qui a à peine été abordée jusqu'ici, semble appelée à fournir des renseignements très précis sur leur constitution en raison des renseignements très nombreux que l'on possède déjà sur la fusibilité de mélanges similaires : mélanges d'eau et de sels ou dissolutions ordinaires, mélanges de sels entre eux, mélanges de composés organiques.

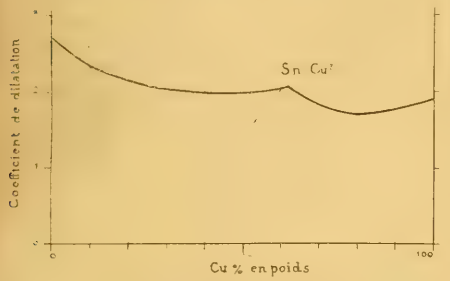


Fig. 10. — *Courbe des valeurs du coefficient de dilatation de l'alliage Sn Cu.*

Un premier fait qui résulte de l'étude des fusibilités est que les alliages ne sont pas des corps amorphes à la façon des verres ou des résines, mais des agrégats des corps cristallisés constitués à la façon des roches naturelles ou encore des mélanges de sels obtenus par fusion. Les corps amorphes passent progressivement de l'état amorphe à l'état fondu en traversant l'état pâteux sans qu'aucune absorption brusque de chaleur latente vienne accuser une discontinuité quelconque du phénomène. Rien de semblable dans la solidification des alliages, qui commence brusquement par la formation de cristaux parfois discernables à la vue, et affirmant dans tous les cas leur existence par un dégagement subit de chaleur latente.

De là cette conséquence très importante qu'il est permis d'étendre aux alliages les faits observés dans l'action de la chaleur sur différents mélanges cristallisés.

Un mélange semblable fondu, puis soumis au refroidissement, ne se solidifie pas en totalité à une température constante, comme le fait un corps isolé. La solidification commence à une température déterminée, qui dépend de la composition du mélange, puis ne progresse qu'au fur et à mesure que la température s'abaisse, et devient finalement complète à une seconde température également déterminée. Le point de solidification commençante est celui qui doit être considéré comme le point de fusion ou de solidification du mélange, de l'alliage étudié. Il correspond au point de cristallisation des solutions aqueuses. La correspondance des températures de solidification et des compositions des mélanges est représentée habituellement par ce que l'on appelle la courbe de solubilité des sels ou la courbe de fusibilité des mélanges. Si l'analogie existant entre ces phénomènes échappe parfois, c'est en raison des méthodes expérimentales différentes que l'on est conduit à employer dans le cas des solutions aqueuses et des mélanges à point de fusion élevé. Dans le premier cas, il est plus facile de déterminer à une température donnée la composition du liquide qui laisserait déposer des matières solides par un changement très faible de sa composition, et, dans le second cas, la température à laquelle commence à se solidifier un mélange de composition donnée; mais il est bien évident que les courbes obtenues par ces deux procédés sont identiques.

On sait aujourd'hui d'une façon certaine que les courbes de solubilité ou de fusibilité semblables jouissent de la propriété suivante. Elles sont composées de la réunion d'autant de branches distinctes qu'il peut, du mélange liquide, se déposer de corps solides à un état chimique différent. Chacun des corps en présence, chacun de leurs états allotropiques différents, chacune de leurs combinaisons chimiques différentes ont des branches distinctes, qui se coupent deux à deux. Elles ne peuvent, en laissant à part les cas exceptionnels de sursaturation, être observées expérimentalement en dehors de la région limitée par leurs points mutuels d'intersection. Dans le cas de corps isomorphes, qui peuvent donner naissance à une infinité de mélanges solides chimiques différents, on observe une courbe unique sans points anguleux, qui est en réalité l'enveloppe d'une infinité de branches de courbes correspondant à chacun des mélanges isomorphes qui se forment.

Les conséquences de cette loi, ou, si l'on préfère, les faits particuliers qu'elle résume, sont les suivants :

1° *Cas de deux corps ne donnant ni états allotropiques différents, ni combinaisons, ni mélanges isomorphes.* La courbe complète de fusibilité (solubilité) sera composée de deux branches correspondant l'une au dépôt de l'un des corps à l'état solide, l'autre au dépôt du second. Ce sera le cas, par exemple, de la solution de chlorate de potasse dans l'eau, du mélange de chlorure de sodium et de carbonate de soude fondus. Dans le premier mélange, la courbe totale se compose de la courbe proprement dite de solubilité du chlorate de potasse partant du point de fusion de ce sel, et de la courbe de congélation des solutions diluées, qui part du point de fusion de la glace.

Pour le second système, les deux branches de courbe partent, l'une du point de fusion du chlorure de sodium, — elle correspond à la cristallisation de ce sel, — et l'autre du point de fusion du carbo-

nate de soude. Elles sont l'une et l'autre limitées à leur point d'intersection commun.

Un certain nombre d'alliages métalliques présentent une courbe de fusibilité semblable, composée de deux branches partant chacune du point de fusion d'un des métaux purs. On peut par analogie en conclure que l'alliage solide est constitué par la juxtaposition de cristaux des deux métaux constituants. Tel est, par exemple, le cas des alliages d'étain avec le zinc, le plomb, le bismuth, dont les courbes de fusibilité déterminées par Rudberg, Person, etc., sont reproduites dans la figure 11.

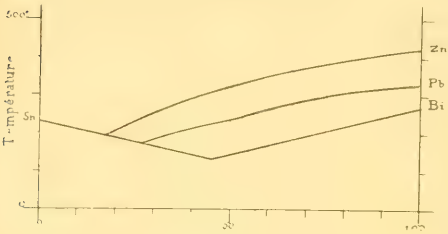


Fig. 11. — *Courbes de fusibilité des alliages Sn-Bi, Sn-Pb, Sn-Zn.*

Aux températures inférieures à celles du point d'intersection des deux courbes il ne peut exister aucun mélange liquide des deux corps en présence. Le mélange correspondant à ce point-limite, se trouvant à la fois sur les deux branches de la courbe, laisse déposer à la fois les deux corps mêlés et dans les proportions mêmes où ils existent dans le mélange liquide. La cristallisation n'altère donc pas la composition de ce liquide et il se solidifie par suite entièrement à température constante. Ces mélanges à température de solidification constante ont été désignés par Guthrie sous le nom de mélanges ou alliages *eutectiques*. Des mélanges semblables ont souvent, en raison de la fixité de leur point de fusion, été pris à tort pour des combinaisons définies.

Les mélanges d'une composition quelconque, soumis au refroidissement, laissent cristalliser d'abord celui des deux corps qui est en excès, par rapport à la composition du mélange eutectique, et peu à peu la composition de la partie liquide se rapproche ainsi de celle de ce mélange ; en même temps la température s'abaisse jusqu'à celle de solidification correspondante. De sorte que, pour des alliages de composition quelconque, la solidification s'achève toujours à la même température, celle de solidification de l'alliage eutectique.

2° *Mélanges de corps donnant des combinaisons.* — Lorsque les corps mêlés peuvent se combiner comme le font les sels avec l'eau en donnant des hydrates, ou les sels entre eux en donnant des sels doubles, la courbe de fusibilité (solubilité) est formée de plusieurs branches distinctes, comme cela a été établi, pour la première fois, par les expériences classiques de Lœwel sur la solubilité du sulfate de soude, du carbonate de soude, du sulfate de magnésie. La branche relative aux combinaisons présente, dans certains cas, une forme particulière tout à fait caractéristique. Si la combinaison peut fondre, sans se décomposer, en abandonnant un de ses constituants à l'état solide, condition réalisée pour quelques hydrates, en très petit nombre, il est vrai : le dihydrate de chlorure de calcium, le pentahydrate d'hyposulfite de sodium et pour un très grand nombre de sels doubles obtenus par voie ignée tels que le carbonate de lithium et potassium, le sulfate de cuivre et de potassium, etc., — la branche de la courbe de fusibilité se rapportant à la combinaison présente généralement un maximum de température pour un mélange de composition peu différente de celle de la combinaison. Cette température maxima, qui est voisine de celle de fusion de la combinaison, peut d'ailleurs être supérieure à celle de fusion de chacun des constituants.

L'existence d'un semblable maximum doit être considérée comme l'indice certain d'une combinaison; mais la réciproque ne serait pas exacte, c'est-à-dire que l'absence de maximum ne prouverait nullement l'absence de combinaison. C'est ainsi que Roberts-Austen a caractérisé l'existence des combinaisons SbAl et $AuAl^2$ par leur point de fusion, qui est supérieur à celui de chacun des métaux constituants.

Voici (fig. 12, page 537) les courbes de fusibilité de quelques alliages semblables. Ces courbes de fusibilité conduisent à admettre les combinaisons définies :

$$SnCu^3, \quad SbCu^4, \quad Al^2Cu \quad \text{et} \quad AlCu^2.$$

3° *Mélanges isomorphes.* — Certains corps fondus ensemble ont la propriété de cristalliser ensemble, par refroidissement, en se mêlant dans les cristaux en proportions variables; ce fait, dans le cas des corps transparents, se reconnaît facilement par l'examen optique, notamment par la mesure de l'angle des axes, dont l'écartement varie d'une façon continue avec la composition des cristaux. Les expériences de fusibilité de mélanges semblables faites sur des composés organiques fondant vers 100° ou sur des sels fondant au rouge, ont montré qu'alors la courbe de fusibilité est continue et tend à se rapprocher de la droite, joignant les points de fusion des deux corps constituants. Par suite, dans le cas des corps isomorphes à points de fusion voisins, les mélanges n'auront pas une fusibilité plus grande que les corps séparés.

C'est ce qui arrive pour les alliages de fer et nickel, métaux certainement isomorphes. La courbe de

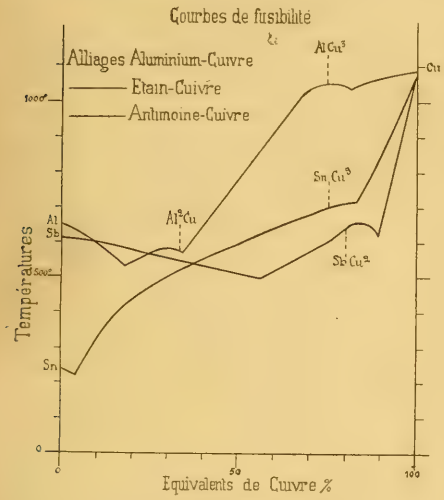


Fig. 12. — *Courbes de fusibilité des alliages* Al-Cu, Sn-Cu, Sb-Cu.

fusibilité des alliages d'argent et d'or présentant le même caractère, on est conduit, par analogie, à admettre dans les alliages de ces métaux la formation de mélanges isomorphes. Voici, d'après Schertel, la courbe de fusibilité de ces alliages (fig. 13).

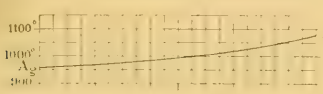


Fig. 13. — *Courbe de fusibilité des alliages d'or et d'argent.*

Il est un cas complexe d'isomorphisme encore peu étudié jusqu'ici, mais certainement beaucoup plus fréquent qu'on ne le suppose, dans lequel un corps donné se mélange isomorphiquement avec une de ses combinaisons qu'il forme sans que les deux corps en combinaison soient isomorphes entre eux. Cette propriété a été découverte par M. Bakhuis Roozeboom, dans le chlorure d'ammonium, qui se mêle isomorphiquement au chlorure double de fer et d'ammonium sans le faire avec le chlorure de fer en excès; la même propriété existe dans le sulfate de soude qui, par fusion ignée, se mêle isomorphiquement avec le sulfate double de calcium et de sodium, peut-être aussi dans le chlorure de sodium avec un chlorure double de sodium et d'argent. Les courbes de fusibilité sont, dans ce cas, assez complexes, mais n'ont pas encore été suffisamment étudiées pour que l'on puisse définir leur allure caractéristique. Il ne serait pas impossible que la plupart de nos alliages usuels (bronze, laiton, etc.) appartiennent à cette dernière catégorie.

Liquation. — Le phénomène bien connu de la liquation est la conséquence immédiate du mode de solidification des alliages qui a été rappelé plus haut. Les premières parties qui se solidifient sont un métal pur ou une combinaison et les dernières un alliage eutectique de composition tout à fait différente. Si les différences de composition d'un point à l'autre d'un lingot sont aussi faibles qu'elles le sont souvent, cela tient aux faibles différences de densité que présentent parfois les métaux alliés, et surtout à un mode de cristallisation spécial rappelant celui des solutions sursaturées. Le premier métal qui se dépose cristallise en lamelles ou aiguilles très fines qui restent en suspension dans le liquide et forment un feutrage au milieu duquel la solidification totale s'achève. Sans cela, si les choses se passaient comme pour les solutions aqueuses où le sel se dépose en gros cristaux au fond des vases, on devrait toujours retrouver dans une région du lingot une partie ayant la composition de l'alliage eutectique, ce qui, en fait, n'arrive que d'une façon exceptionnelle et seulement pour les alliages de métaux dont les densités sont très différentes, comme le plomb et le cuivre.

Les différences de composition dues à la liquation ont été étudiées avec une grande précision par plusieurs savants : Levol, Péligot, Roberts-Austen, en raison de l'importance considérable de cette question dans la fabrication des monnaies. Ces savants ont reconnu qu'il existait généralement pour deux mêmes métaux plusieurs alliages sans liquation; ils ont parfois conclu à l'existence d'autant de combinaisons définies distinctes; c'est là une erreur qu'il importe de signaler. L'absence de liquation appartient non seulement aux combinaisons définies, mais encore à tous les mélanges eutectiques à point de fusion minimum, à certains mélanges isomorphes, et même à des mélanges quelconques dans lesquels la précipitation du premier métal a commencé à se faire d'une façon uniforme dans toute la masse et en cristaux suffisamment petits pour que le défaut d'homogénéité puisse échapper à l'analyse chimique.

Propriétés mécaniques. — On ne peut guère mentionner que les recherches déjà anciennes de Crace-Calvert comme ayant eu pour objet de mettre en évidence les relations existant entre les propriétés mécaniques d'un alliage et sa composition chimique. Si les alliages sont constitués par la juxtaposition de cristaux des métaux constituants, on

peut supposer que leur dureté est intermédiaire entre celles des métaux constituants et varie suivant leurs proportions relatives. Pour comparer la dureté des différents alliages, Crace-Calvert mesurait l'effort nécessaire pour y faire pénétrer une pointe d'acier donnée d'une quantité déterminée. Voici, à titre d'exemple, la reproduction des résultats de deux séries d'expériences relatives, l'une aux alliages du zinc et de l'étain, l'autre du cuivre et de l'étain (Tableau II). Une colonne donne les efforts observés, l'autre les effets calculés par la règle des mélanges en partant de la composition chimique. L'unité employée pour exprimer les efforts a été choisie de telle sorte que le chiffre correspondant à la fonte grise soit égal à 1.000.

Tableau II

COMPOSITION de l'alliage	DURETÉ	
	observée	calculée
Zn^2Sn	64	61
Zn^3Sn	68	83
Zn^4Sn	83	110
Zn^5Sn	94	124
Zn^6Sn	105	131
Zn^7Sn	125	142
$Zn^{10}Sn$	121	158
$CuSn^2$	85	51
$CuSn^3$	104	68
$CuSn^4$	135	85
$Cu^{10}Sn$	916	257
$Cu^{12}Sn$	772	276
$Cu^{15}Sn$	652	279

On voit que, dans le cas des alliages de zinc et d'étain, l'accord du calcul et de l'expérience est assez satisfaisant; pour les alliages du cuivre et de l'étain, au contraire, il n'y a aucune concordance. Il semble donc, à première vue, n'y avoir aucune conclusion générale à déduire de ces expériences contradictoires. Mais si, au lieu d'envisager isolément le mémoire de Crace-Calvert, on le rapproche des autres recherches faites depuis sur les mêmes métaux, la conclusion est tout autre. Les expériences plus récentes montrent en effet que, si l'alliage zinc-étain est bien constitué par la juxtaposition de cristaux de zinc et d'étain, il en est tout autrement pour les alliages de cuivre et d'étain dans lesquels existe une combinaison définie répondant à la formule Cu^3Sn. Les alliages riches en étain sont constitués par la juxtaposition de cristaux d'étain et de la combinaison en question; ceux riches en cuivre renferment du cuivre et la même combinaison. Le calcul de la dureté doit donc en réalité, être fait dans le premier cas en partant des chiffres relatifs à l'étain et à la combinaison; dans le second cas relatifs à la combinaison et au cuivre. En attribuant à cette combinaison le nombre 1500, on aurait, entre le calcul et l'expérience, un accord analogue à celui qui existe pour les alliages d'étain et de zinc.

Il semble donc bien exister une relation directe entre la dureté d'un alliage et sa constitution chimique. En tous cas, cet exemple suffit à montrer que les combinaisons définies des alliages métalliques ont une influence capitale sur leurs propriétés mécaniques.

Analyse chimique immédiate. — Les méthodes chimiques auraient pu être appliquées les premières à l'étude de la constitution chimique des alliages; en fait, ce sont les dernières que l'on ait songé à utiliser. Pour isoler les combinaisons définies existant dans les alliages, on peut employer des procédés analogues à ceux que met en œuvre l'analyse organique immédiate. Généralement les combinaisons sont moins facilement attaquables que le plus attaquable des éléments constituants; on pourra donc, dans un alliage préparé avec un excès du métal le plus attaquable, dissoudre la partie non combinée au moyen d'un réactif convenable. Ainsi, dans les alliages cuivre-étain avec excès d'étain, on dissout l'excès de ce métal par l'acide chlorhydrique concentré qui laisse inaltérée la combinaison $SnCu^3$; dans les alliages cuivre-zinc avec excès de zinc, on dissout le zinc par le chlorure de plomb qui laisse inaltérée la combinaison Zn^2Cu. Mais cette méthode a été peu employée jusqu'ici; elle n'a guère servi qu'à contrôler les résultats obtenus antérieurement par des procédés différents.

Conclusion. — En résumé, le fait saillant qui se dégage de l'ensemble de ces études est l'existence, dans un certain nombre de cas, de combinaisons définies, qui ont une influence capitale sur toutes les propriétés des alliages : dureté, fusibilité, conductibilité électrique, etc. Les méthodes qui ont été mises en œuvre pour caractériser ces combinaisons pourront, sans difficulté, être employées dans tous les cas semblables.

Un second fait, qui ne se dégage pas aussi nettement, mais se laisse cependant entrevoir, est qu'à côté des combinaisons définies il doit exister des mélanges isomorphes, c'est-à-dire des espèces de combinaisons à proportion variable dont l'importance ne serait pas moindre que celle des véritables combinaisons. Les recherches à venir diront ce qu'il y a de fondé dans cette supposition. — Dans tous les cas, il n'entrerait, dans la constitution des alliages que des métaux cristallisés, c'est-à-dire que l'assimilation souvent faite des alliages aux dissolutions et aux verres serait dénuée de tout fondement.

H. Le Chatelier.
Ingénieur en chef des Mines,
Professeur à l'École Supérieure des Mines.

LA LAITERIE MODERNE

ET L'INDUSTRIE DU LAIT CONCENTRÉ

L'utilisation industrielle des produits du lait est venue, dans ces dernières années, apporter de nouvelles et bienfaisantes ressources à nos agriculteurs, qui ont tant à souffrir dans leur lutte pour la vie.

Que l'on considère, en effet, soit les pays producteurs du blé, que l'avilissement des prix frappe de coups si cruels, soit les vignobles des Charentes, de la Vendée, du Poitou, dont le phylloxera a diminué, presque jusqu'à l'anéantissement, les beaux revenus d'autrefois, on aperçoit dans les régions malheureuses les industries du lait s'établir peu à peu, se répandre et faire entrevoir le salut dans une situation paraissant fort compromise.

Mais ce n'est plus la laiterie d'autrefois qui aurait été suffisamment rémunératrice pour contribuer à redonner la vigueur dans les exploitations agricoles et à ramener la fortune. Ce ne sont pas les quelques litres de lait que la ménagère utilisait naguère de son mieux, dans de petites pièces noires et humides, qui pouvaient devenir une source de bénéfices, de taille à figurer dans les comptes de nos grosses fermes d'aujourd'hui.

Les laiteries se sont transformées ; celles qui se sont élevées dans les pays dont nous parlions sont de grandes et belles usines, propres et aérées, et dans lesquelles l'activité et la science des ingénieurs, des mécaniciens, des chimistes, a trouvé un vaste champ pour s'exercer.

La laiterie moderne est devenue une industrie comme la sucrerie, la distillerie, et elle a grandi en groupant autour d'un centre des efforts et des capitaux qui, isolés, se trouvaient d'avance condamnés à demeurer éternellement stériles: *aujourd'hui l'industrie de la laiterie égale en importance et en mouvement de capitaux notre célèbre industrie viticole.*

D'immenses progrès ont été réalisés : on a appris par l'analyse à connaître la matière première mise en œuvre; au moyen de l'écrémage mécanique, on est parvenu à traiter le lait aussitôt après la traite et à préparer ainsi un champ d'une pureté parfaite et des plus convenablement appropriés pour recevoir les ferments que l'on aura à y ensemencer.

Ce sont ces perfectionnements, dans lesquels la science a la belle part, que nous nous proposons de passer rapidement en revue dans cet article, en insistant plus particulièrement sur les procédés peu connus ou nouveaux et surtout sur cette belle industrie du lait concentré qui nous paraît si pleine d'avenir.

I. — Analyse du lait.

On peut dire qu'il y a quelques années à peine, la composition du lait n'était pas connue : dans les traités spéciaux, on se repassait d'âge en âge d'anciennes analyses que chaque auteur rééditait sans contrôle. On assignait presque une composition immuable au lait de vache, et il a fallu les méthodes, si délicates, de M. Duclaux, les autres procédés, si rapides et si pratiques, d'Adam et de Marchand pour que l'on se trouvât en situation de multiplier les essais et d'étudier les influences si intéressantes de la nourriture et des races des animaux sur le produit qu'ils fournissent.

Dans ces derniers temps, on a découvert des procédés d'analyse pratiques et encore plus simples que les précédents. L'acide acétique (de Laval), l'acide chlorhydrique (Lezé), l'acide sulfurique (Babcock, puis Gerber) ont été proposés pour isoler la matière grasse du lait, et aujourd'hui un dosage se fait en quelques minutes. Les acides dissolvent ou détruisent la caséine, la matière grasse s'isole sans peine, et l'on parvient à réunir les globules en un tout unique en chauffant quelque peu et surtout en augmentant la tendance à la séparation par l'application de la force centrifuge.

La qualité du lait fait l'objet d'un autre genre de recherches; on sait combien ce précieux liquide s'altère vite sous l'influence des agents de fermentation; il apparaît de l'acide lactique, et, lorsque la proportion de cet acide atteint 4 à 6 grammes par litre, le lait tourne, la caséine se précipite.

Les laits en voie d'altération sont des laits malades, et leur introduction dans le travail d'une laiterie est dangereuse : car les fermentations se propagent vite et le lait atteint peut devenir la source d'une contamination générale et l'origine de désastres difficiles à réparer.

On se rend compte de l'état de bonne ou mauvaise santé des laits, soit en dosant leur acidité en acide lactique (Dornic), soit en les gardant à l'étuve, en notant les phénomènes de tourne, d'odeur, etc., soit enfin en les essayant par la présure (Lezé). Ce dernier procédé est d'une grande simplicité : on prend 100 cc. du lait à essayer, on les chauffe à 35° dans un bain-marie et on leur ajoute 0 cc. 1 de présure diluée dans neuf fois son volume d'eau, soit donc 1 cc. de présure ordinaire

commerciale au 1/10. On note exactement, sur un compteur à secondes, le moment de cette addition, puis celui de la coagulation; les laits normaux se coagulent avec une bonne présure du commerce en trois ou quatre minutes; un lait qui se coagule beaucoup plus vite ou plus lentement doit être regardé comme suspect; l'essai de la présure indique déjà très bien si le lait est altéré, si on y a ajouté de l'eau ou des sels alcalins pour le conserver, etc.

La matière première étant connue, il faut examiner le parti qu'on devra en tirer et les traitements industriels que l'on pourra lui faire subir.

Le lait peut être consommé comme lait et vendu en nature, ou transformé en beurre ou en fromage.

La consommation du lait en nature a augmenté dans ces dernières années dans des proportions énormes : les médecins l'ont ordonné fréquemment dans nombre de maladies et d'autant plus volontiers que le commerce du lait s'est notablement moralisé. Nous n'en sommes plus, à notre époque, à ces étranges mixtures dont nous parlaient nos livres d'autrefois. On ne met plus dans le lait ni cervelle de cheval, ni amidon, et la seule fraude courante — conséquence d'une mesure adoptée au Laboratoire municipal — est l'écrémage suivi d'une addition d'eau. D'après le Laboratoire municipal, un lait contenant 32 grammes de matière grasse par litre est considéré comme naturel; quelques marchands de lait ne se gênent pas alors pour écrémer au quart du lait renfermant 42 à 45 grammes de matière grasse et une addition de 15 °/₀ ou 16 °/₀ d'eau ramène la densité à son taux normal de 1,031 environ [1]. Mais, cette petite fraude écartée, il reste pour le vendeur une grosse question à résoudre : la conservation du produit.

II. — Conservation et transport du lait

Le lait est malheureusement assez instable; sa structure, son harmonie ou sa composition chimique changent soit sous l'influence du temps, soit sous l'action, plus destructrice, des organismes microscopiques.

Avec le temps, la crème se sépare et monte à la partie supérieure du liquide; mais, dans ce cas, une simple agitation peut reconstituer le lait avec toutes ses propriétés primitives. Si les microbes ont commencé dans le liquide, très favorable à leur développement, leur œuvre désorganisatrice, le malheur est irrémédiable : la caséine, qui était à l'état de suspension, se précipite; elle se sépare du sérum devenu acide : le lait est tourné et impropre à l'alimentation.

Or, ces germes malfaisants sont partout : on les trouve dans l'air, dans les eaux; ils se rencontrent sur les parois des vases qui reçoivent le lait, sur les vêtements des ouvriers, sur leurs mains, et il est si difficile que la contamination du lait ne se produise pas que l'on peut, au contraire, affirmer d'avance qu'elle est inévitable et que le lait gardé à l'air sans précautions spéciales se désorganisera tôt ou tard, mais se désorganisera sûrement.

Pour le commerce de Paris ou des grandes villes, on se contente ordinairement de pasteuriser le lait à une température de 70° à 75°; on en prolonge ainsi la conservation pour un ou deux jours, et c'est un délai suffisant dans la pratique.

On trouve également dans le commerce des laits conservés par le froid et qui ne subissent aucune altération sensible tant que la température reste basse.

Ce sont ces laits pasteurisés ou refroidis que consomme surtout la ville de Paris; l'on sait qu'il s'en vend, tant en bidons qu'en bouteilles, jusqu'à 5 et 600.000 litres par jour en hiver.

Le transport s'effectue sans grandes précautions dans des wagons ouverts, et il est à regretter que l'on n'ait pas encore adopté en France les wagons réfrigérants des Américains. A Paris, on consomme du lait arrivé en bidons et détaillé par les marchands spéciaux, les crémiers ou les épiciers et du lait livré en bouteilles fermées, cachetées même.

Les bouteilles viennent de l'exploitation et arrivent emplies et cachetées, ou bien on les emplit à Paris. A cause des énormes dangers et des frais de casse, c'est ce dernier procédé qui est le plus employé.

Ce commerce du lait en bouteilles paraît, au premier abord, très rémunérateur pour le vendeur : car le prix du litre varie de 40 à 60 ou 70 centimes. Cependant il reste limité, car le transport des bouteilles ne laisse pas que d'être assez coûteux et difficile.

On peut dire qu'en général le lait ainsi offert au consommateur est très pur, très frais; mais son prix est aussi bien élevé; on a quelque peine à payer un litre de lait 60 à 70 centimes, alors que le détaillant de lait, l'épicier qui mesurent le litre de lait exactement dans des éprouvettes maintenues très propres, le livrent à 30 ou même à 20 centimes. Il faut ajouter toutefois que ce prix de 20 centimes est un prix de réclame, car nous ne croyons pas qu'il soit possible de livrer, même en très grosses quantités, à moins de 22 à 23 centimes le litre, du lait de bonne qualité.

[1] Nous ne pouvons nous empêcher de déplorer la fameuse moyenne du Laboratoire municipal. Nous la voudrions plus élevée : 37,5 ou 40 grammes par litre par exemple; et, si les laitiers disaient qu'il y a des vaches, les Hollandaises, qui ne donnent que 30 grammes, ce qui est vrai, on leur répondrait de les vendre et d'en acheter de meilleures. Avec la moyenne de 32 grammes, il y a une porte ouverte à la fraude; à 40 grammes, on serait peut-être conduit à vendre le lait un peu plus cher, mais le consommateur y gagnerait encore.

Les prix varient, du reste, quelque peu suivant les saisons. En hiver, lorsque les vaches sont nourries au sec à l'étable, c'est le moment où les demandes se produisent soit pour la fabrication des fromages mous, Brie, Camembert, soit pour la consommation dans les villes; le prix du lait est alors plus élevé. Les différences sont de 3 à 4 centimes entre les cours d'hiver et d'été.

Les laitiers nourrisseurs ont aussi à Paris un assez fort commerce de lait en nature, et de lait réellement bon. Il faut mettre au rang des préjugés ou des souvenirs les vaches phtisiques, nourries dans des étables malpropres avec des débris de légumes ramassés sur les tas d'ordures. Aujourd'hui la plupart des nourrisseurs possèdent de beaux établissements dont ils sont fiers et qu'ils aiment à laisser visiter [1].

En résumé, les grandes villes, Paris entre autres, sont abondamment alimentées de lait de bonne qualité et à prix raisonnable.

Mais, ce résultat étant acquis, il est un autre problème dont l'hygiéniste et l'industriel doivent aussi se préoccuper. Depuis longtemps on cherche à assurer au lait une conservation plus prolongée. Les moyens pour cela sont tout indiqués : il faut ou soustraire le lait à l'ingérence des microbes, ou bien détruire ou immobiliser les organismes existant dans le liquide. Pratiquement, il paraît impossible d'éviter l'ensemencement : on a beau apporter dans les manipulations les précautions les plus grandes, les soins les plus attentifs, filtrer le lait, on ne fait que prolonger relativement peu l'existence de ce liquide fragile.

Nous ne parlons pas de l'emploi des antiseptiques dans cette question de la conservation : ces substances, quelles qu'elles soient, sont nuisibles à la santé du consommateur ou dénaturent le goût du liquide; elles devraient être absolument proscrites.

La stérilisation par la chaleur apporte une solution au problème : il est évident que du lait bien stérilisé, et gardé dans des vases disposés de telle sorte que toute contamination nouvelle devienne impossible, se conserverait indéfiniment.

Mais, si cette solution assure, en réalité, la conservation cherchée, elle n'est cependant pas absolument satisfaisante. La stérilisation exige, pour être complète, une température de 102° au moins, et déjà à 75° ou 80° le lait s'altère, la caséine change de nature, et du lait chauffé dans les environs de 100° brunit et prend un goût de cuit désagréable : ce n'est plus le lait primitif, à la couleur crémeuse et à l'arome si délicat. Il n'est pas devenu impropre à l'alimentation, tant s'en faut; les enfants se trouvent très bien de la consommation de ce lait, et l'emploi de cet aliment stérilisé a déterminé, dans certaines circonstances, une diminution sensible dans la mortalité infantile [1]. Mais les inconvénients signalés n'en subsistent pas moins, et ils sont nombreux.

Dahl, en Suède, a imaginé un moyen de stérilisation qui, tout en restant bien efficace, parfait, ne dénature pas le lait traité. Ce savant a remarqué qu'à la température de 75° on détruit à peu près tous les organismes nuisibles, mais que cette température n'atteint pas les spores de ces organismes. Il a alors institué le procédé suivant :

Il chauffe le lait à stériliser à 70° environ pendant une demi-heure; il le laisse refroidir ensuite et le conserve un nombre d'heures variable avec la température ambiante, jusqu'à ce que la plupart des spores soient devenues adultes : c'est une affaire de quelques heures seulement dans l'étuve à fermentation, ou d'une journée entière si la température est relativement basse ou si l'on place les vases hermétiquement clos qui contiennent le lait, dans une chambre à 12° ou 15° seulement. Alors, on fait subir au lait une deuxième chauffe à 70°, suivie d'un nouveau refroidissement, et l'opération est ainsi répétée jusqu'à cinq fois de suite [2].

Le lait de Dahl se conserve plusieurs années sans altération aucune : il est frais et doux, parfaitement inaltéré; mais le procédé est d'une application délicate et l'auteur n'a pas donné tous les renseignements sur les temps et les températures.

Enfin, dernier gros inconvénient, ce procédé est d'une application lente et coûteuse.

En résumé, on voit que la stérilisation du lait n'est satisfaisante ni par les unes ni par les autres de ces méthodes : il a fallu chercher autre chose. C'est un Français, Martin de Lignac, qui, vers le milieu de ce siècle, a eu le premier l'idée heureuse de conserver le lait par la concentration ou,

[1] Qu'il nous soit permis de ne pas partager cette opinion de notre distingué collaborateur. Nous avons plusieurs fois visité les étables où les nourrisseurs de la banlieue de Paris entretiennent des vaches laitières, et, loin de trouver partout les conditions d'espace et de propreté que requiert l'hygiène la plus élémentaire, nous avons souvent été frappé et de l'entassement exagéré des bestiaux dans des locaux insuffisamment aérés, et surtout de ce fait que les animaux y séjournent d'une façon presque continue, jour et nuit, pendant des semaines et des mois, sans aller au pâturage, qui, en effet, n'existe pas aux alentours. Dans ces conditions la tuberculose a beau jeu, et les statistiques de vaches *pommelières* publiées, depuis quelques années, par M. Nocard montrent bien le danger que peut faire courir à la santé publique le lait produit dans beaucoup de ces vacheries, vraiment défectueuses à ce point de vue. (*Note de la Direction.*)

[1] Voir, dans la *Revue générale des Sciences*, les articles du Dr Budin sur la stérilisation pratique du lait pour l'alimentation de la petite enfance (*Revue* du 15 novembre et du 15 décembre 1893).

[2] Le principe de cette méthode a été imaginé par Tyndall, puis vulgarisé par le Dr Koch. Il est aujourd'hui d'usage courant dans les laboratoires pour stériliser la gélatine. (*Note de la Direction.*)

en d'autres termes, par le départ de la plus grande quantité d'eau que renferme normalement ce liquide. Sur ce principe est aujourd'hui fondée une grande industrie, qu'il nous faut maintenant décrire.

III. — Industrie du lait concentré

La réalisation de l'idée conçue par Martin de Lignac semble au premier abord des plus faciles, puisqu'il suffit théoriquement de faire bouillir le lait pour en séparer l'eau. En pratique, la question est un peu plus complexe, l'opération assez délicate. L'expérience a montré que la concentration ne peut donner de bons résultats que si l'on opère sur des laits parfaitement sains. D'où la nécessité d'examiner et d'analyser les laits traités, de rejeter les laits malades, et, enfin, de pasteuriser les laits reconnus bons par les essais préalables.

Les analyses sont des plus simples, étant entendu qu'elles ne doivent porter que sur la qualité du lait. On les exécute pratiquement par le dosage de l'acidité, et mieux par la présure, ainsi que nous l'avons proposé.

Puis, le lait, après avoir été pasteurisé (fig. 1,) est concentré dans le vide *partiel*, car l'évaporation à l'air libre présenterait les inconvénients du *cuit*, que nous avons signalés.

L'appareil à concentrer (fig. 2), photographié dans la grande condenserie de MM. Genvrain frères, est semblable à celui des sucreries ou des raffineries : c'est une grosse chaudière de cuivre chauffée par un double fond et des serpentins. Les vapeurs du liquide amené à l'ébullition sont condensées au contact de l'eau froide ; l'injection est faite dans nos appareils aussi près que possible de la chaudière à cuire ; cette disposition nous a donné en pratique des résultats d'autant meilleurs que nous avons pris la précaution de placer la chaudière à 7 ou 8 mètres du sol pour soulager la pompe à air.

Il est inutile d'insister sur ces détails, mais il nous paraît intéressant de décrire comment se fait une cuite de lait, cette opération étant restée jusqu'à présent enveloppée d'un certain mystère par les ouvriers cuiseurs, qui ont intérêt à faire valoir leurs talents.

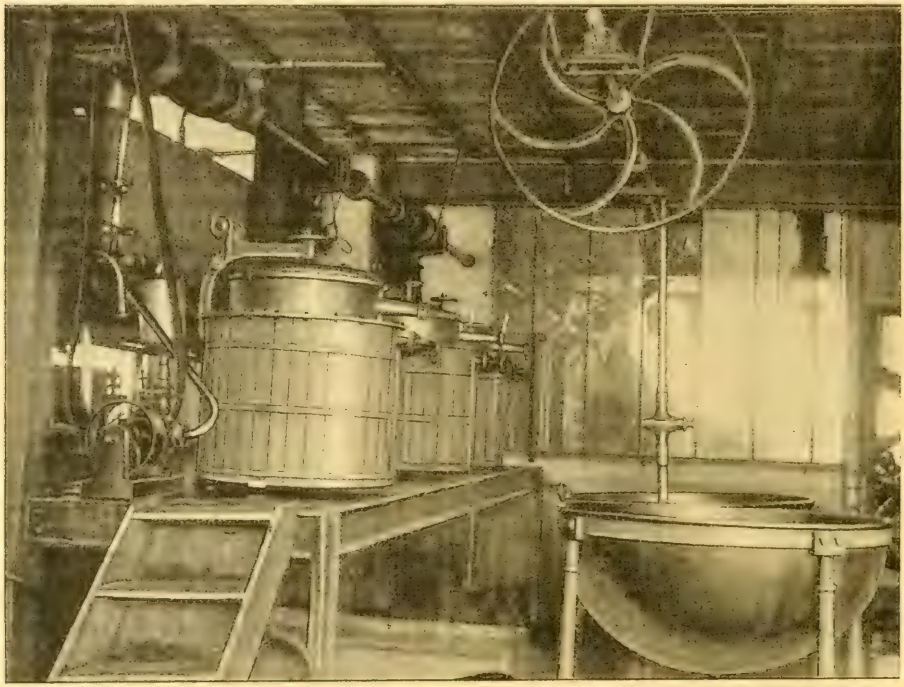


Fig. 1. — *Ensemble des appareils à pasteuriser et à sucrer le lait destiné à la condensation.* — Sur la gauche se voient les appareils destinés à pasteuriser le lait ; le lait est ensuite sucré dans les cuves figurées à droite, puis il est aspiré, par le tube qui plonge dans l'une des cuves, jusqu'à l'étage supérieur, où il est envoyé dans les appareils à condensation.

Nous supposons donc que nous disposons de l'appareil à cuire avec son condenseur, d'une abondante source d'eau fraîche et d'une pompe à air et à eau pour enlever les eaux et les vapeurs. Nous disposons également de lait encore chaud venant d'être pasteurisé.

L'appareil à évaporer étant vide, bien propre, on met en marche la pompe à air et on amène le vide à 62 centimètres de mercure environ, c'est-à-dire que, si l'on faisait communiquer l'appareil avec un long tube plongé dans une cuvette à mercure placée à l'air, le mercure s'élèverait dans le tube à 62 centimètres; les appareils que nous faisons construire permettent, sans difficulté, de pousser

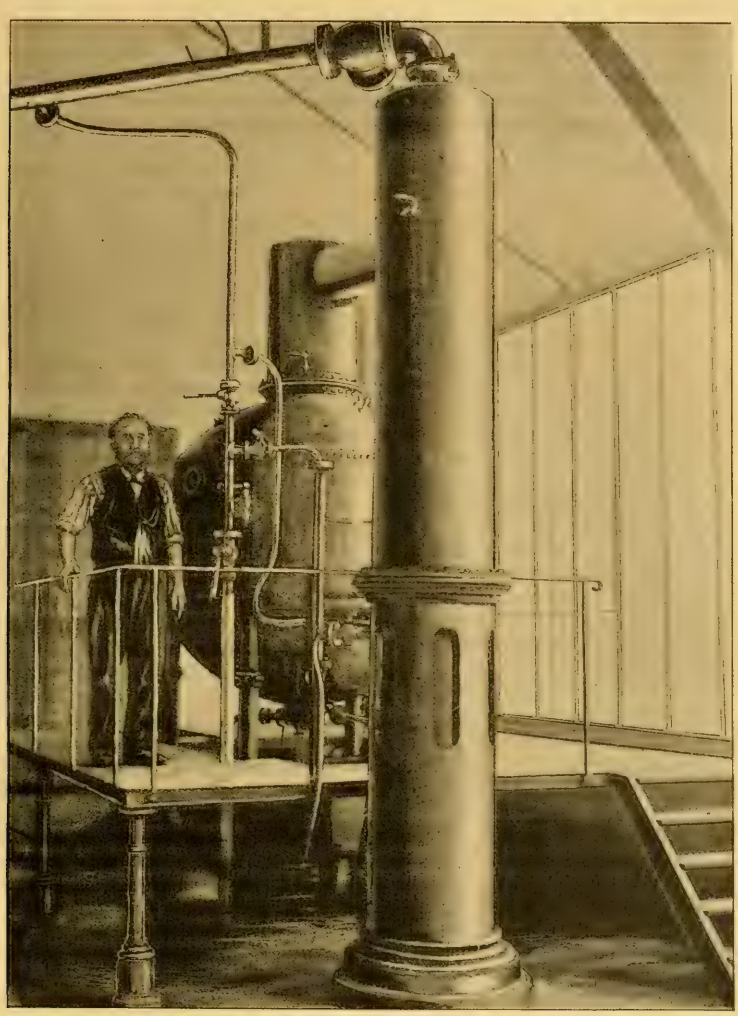


Fig. 2. — *Appareil pour opérer la concentration du lait.* (Cet appareil est situé à un étage supérieur à celui de la figure 1). — La chaudière, visible au centre de la figure, est, par sa partie supérieure, mise en communication avec l'appareil de condensation formé par le grand cylindre vertical placé auprès d'elle. Les vapeurs aqueuses chassées par l'ébullition circulent dans le tube central qui traverse ce cylindre. Dans l'espace annulaire compris entre le tube et son manchon est violemment injectée l'eau froide destinée à déterminer la condensation.

le vide jusqu'à 71 ou 72 centimètres. Après s'être assuré de l'étanchéité de l'appareil, on ouvre le robinet d'adduction de lait chaud; on commence l'injection de l'eau dans le condenseur. La température s'élève peu à peu dans le vacuum, sous l'influence du lait chaud ; toutes les pièces s'échauffent : on arrive à 52° et à 68 centimètres de vide.

On commence à donner la vapeur dans le double fond, au moment où celui-ci est recouvert par le lait ; il se fait une ébullition tumultueuse, le lait s'envole (suivant l'expression vulgaire) et l'ouvrier cuiseur est obligé d'apporter la plus grande attention pour éviter les pertes de lait par entrainement dans le condenseur. Il ouvre, de temps à autre, le robinet de rentrée d'air pour apaiser cette ébullition, il surveille le robinet de vapeur du double fond, celui de l'arrivée du lait. Cette mise en marche est très délicate et exige de l'habileté et du sang-froid.

Peu à peu l'ébullition s'apaise et le cuiseur règle tous les robinets pour que, l'admission du lait se faisant d'une façon continue, la température reste dans les environs de 50° à 52° et la pression de 66 à 68 centimètres.

Le cuiseur ne doit pas quitter un moment son appareil, car il a à surveiller les températures, les pressions, l'alimentation de la vapeur et du lait, la bonne arrivée d'eau dans le condenseur et l'évacuation de cette eau à température normale. Si les fonctions de cet ouvrier ne sont entourées d'aucun mystère, elles ne laissent pas que d'exiger beaucoup d'attention et d'expérience. Il ne faut pas perdre la tête dans ce poste : on cuit à la fois plusieurs milliers de litres de lait, et ce sont plusieurs centaines de francs qui sont en jeu; une cuite manquée est bonne à jeter ou à donner aux porcs, car son introduction sur le marché pourrait porter un coup désastreux à la renommée de la marque du fabricant.

Toutes choses étant bien réglées, l'alimentation du lait se faisant continuellement, l'ébullition est active; on voit, par les lunettes de l'appareil, le lait soulevé en vagues tumultueuses et violemment agité : des gouttelettes s'éparpillent en poussière au-dessus du liquide, sans cependant qu'il y ait d'entrainement au dehors.

Peu à peu le niveau monte, le liquide devient plus visqueux, s'étale en larmes sur les glaces qui servent de regard. On donne la vapeur dans les serpentins aussitôt qu'ils sont recouverts, et on continue à emplir la chaudière jusqu'à ce que le lait atteigne environ la moitié de la capacité totale. Lorsqu'on a condensé le volume voulu, on prend des échantillons au moyen de la sonde et on examine la consistance de la pâte.

Il est nécessaire d'apporter une grande attention à cette épreuve, car elle est destinée à renseigner sur la qualité de la cuite faite.

Le cuiseur doit tendre à concentrer autant que possible ; mais il ne faut pas, cependant, qu'il dépasse la limite de solubilité du sucre de lait; si celui-ci se dépose, le lait est *sableux* : les petits cristaux de lactose produisent à la dégustation une sensation de sable dans le liquide pâteux. Il faut essayer, à plusieurs reprises, si la pâte, ramenée à la température ordinaire, est bien liée, filante comme la mélasse et onctueuse. Le point précis est difficile à atteindre : aussi le bon cuiseur doit-il rester en deçà et ne terminer la concentration qu'au dernier moment.

A cet effet, lorsqu'il approche du point voulu, il coupe la vapeur de chauffage et active le courant d'eau dans le condenseur; la température baisse à 45° et le vide atteint 70 ou 71 centimètres.

On écoule la pâte dans un refroidissoir approprié et on l'amène lentement, en 1 heure à 2 heures, à la température ambiante, tout en l'agitant toujours, mais sans brusquerie.

Il est d'usage de sucrer le lait avant de le concentrer (fig. 1) : le sucre agit comme antiseptique et contribue, d'autre part, à donner à la pâte cette consistance sirupeuse que recherche le consommateur; le lait bien condensé ressemble à du miel, il en a le goût et est à peine plus fluide.

Nous en avons examiné un assez grand nombre d'échantillons et nous avons trouvé qu'en moyenne de bons laits non écrémés ou écrémés à peine (les fournisseurs s'acquittent parfois de ce soin) donnent à la concentration un produit dont le tableau I ci-joint résume la composition.

TABLEAU I. — **Composition du lait concentré.**

DENSITÉ ENVIRON 1,30	Composition en 100°
Beurre (matière grasse)	10
Sucre de lait (lactose)	12
Sucre de canne (ajouté)	38
Mat. albuminoïdes (caséine, etc.)	10
Cendres (mat. fixes)	2
Eau	28
	100

Dans la pratique, en ajoutant la quantité de sucre de canne convenable, on peut admettre qu'il faut 1 litre 200 à 300 pour faire une boîte de lait concentré de 450 grammes, correspondant au volume de 350 centimètres cubes si la densité est 1,3; c'est-à-dire que, si l'on défalque le sucre ajouté (133 grammes ou 84 centimètres cubes, par boîte de 450 grammes), il reste 350 — 84 = 266 centimètres cubes qui ont été fournis par le lait primitif.

Donc, 1.300 centimètres cubes de lait naturel donnent : 266 centimètres cubes de lait concentré,

sans sucre ; 350 centimètres cubes de lait concentré sucré.

On obtient pratiquement 70 à 75 boîtes de lait concentré par 100 litres de lait travaillé, et, si l'on considère le prix de vente du lait concentré dans le commerce, il est facile de se convaincre que l'industrie dont nous avons démontré l'utilité, est aussi rémunératrice.

Cependant, ici se pose naturellement une grosse question : Ce lait concentré trouve-t-il acquéreur? Nous répondrons : Oui, l'acquéreur est partout; la consommation n'ira qu'en augmentant.

Le lait concentré régénère le lait naturel par une simple addition d'eau; le lait naturel se reconstitue avec toutes ses propriétés premières : son goût délicat, sa bonne odeur, douce et agréable; mais, cependant, il est sucré. Ce n'est pas un grave défaut, car le lait n'est qu'exceptionnellement consommé sans sucre; on sucre le thé ou le café auxquels on ajoute du lait; on sucre le lait donné aux petits enfants, et que d'avantages alors viennent compenser et au delà le petit désagrément de cette présence presque inévitable du sucre. Le lait concentré ou condensé se conserve presque indéfiniment; il est toujours prêt, on l'a sous la main, une boîte entamée ne s'altère qu'en un temps très long, elle peut rester ouverte plusieurs jours sans aucun inconvénient, et, enfin, dernière considération, qui a bien sa valeur, on est certain de la bonne qualité du produit, car, du lait qui aurait été malade ou contaminé seulement, aurait tourné dans l'appareil à cuire au moment de la concentration.

Aussi, déjà voyons-nous cette consommation du lait concentré aller rapidement en augmentant: en Angleterre, chaque ménage a sa provision de quelques boîtes de lait condensé et trouve un avantage énorme à ne pas être obligé de compter sur le laitier, qui peut faire défaut.

L'industrie du lait concentré paraît aussi appelée à un grand développement en France. Puisque nous nous trouvons, — avec notre climat doux et humide, notre sol riche et largement arrosé, nos belles races indigènes laitières, — dans les meilleures conditions pour produire par énormes quantités un lait savoureux, nous devrions chercher à profiter de cette situation pour développer encore notre production laitière en vue de cette application tout indiquée.

C'est un débouché nouveau qui nous est offert, débouché énorme, puisqu'il aboutit non seulement à la consommation locale, mais qu'il atteint aussi et surtout le commerce d'exportation, l'alimentation de nos marins et de nos colonies, qu'il s'adresse à ces gros consommateurs qui sont le Brésil, l'Inde, etc.

IV. — Dérivés du lait.
Beurres et fromages.

Beurre. — Le beurre est fabriqué en barattant la crème, et il est intéressant de constater les progrès faits dans l'exécution des opérations de cette industrie.

Dans les belles laiteries modernes, la crème est ensemencée avec des ferments purs et on arrive à l'amener au point précis de sa meilleure utilisation. On observe maintenant les températures, les acidités : tout est si bien étudié que l'on ne rencontre plus dans la fabrication les manques ou les mécomptes que l'on attribuait autrefois aux orages ou aux odeurs mauvaises.

Si l'on n'a pas fait de grands progrès dans la construction des barattes, on a cependant étudié de plus près leur fonctionnement, et le temps n'est pas éloigné où l'on se convaincra de cette vérité que le barattage est surtout intéressant au point de vue des réactions chimiques qui se passent dans la baratte. On commence à entrevoir les effets et les conséquences de l'acidité qui s'y développe et l'on arrive à préparer des beurres d'un arome très fin, d'un goût exquis, en observant les phases de l'acidification et en mettant à profit l'action de l'acide apparu.

Nous avons apporté d'Amérique les plans d'un nouveau malaxeur, le *Fargo* (Simon et fils, constructeurs à Cherbourg), que l'on a adopté partout aux Etats-Unis et au Canada. Avec un fargo, on fait, sans supplément de force, le travail de trois ou quatre malaxeurs à table.

L'industrie du beurre a subi depuis quelques années une transformation complète : au lieu de l'écrémage spontané si incertain, on a adopté presque partout l'écrémage au moyen de la force centrifuge. Les appareils construits dans le but d'effectuer cette séparation mécanique de la crème légère et du liquide plus dense, qui est le lait sans matière grasse, ont surgi nombreux et ont été de jour en jour plus perfectionnés. La dernière écrémeuse centrifuge parue, l'*alfa-colibri* (fig. 3), permet de traiter 50 à 60 litres de lait à l'heure en faisant tourner à la main et sans aucune fatigue un petit appareil facile à manier.

Avec les écrémeuses, avec la possibilité d'obtenir sûrement des crèmes fraîches et pures, les fabricants se sont préoccupés davantage des soins de propreté dans la laiterie, au grand profit de l'amélioration de la qualité de leurs produits.

Le beurre fin, délicat, bien présenté, est marchandise courante maintenant, au grand agrément du consommateur, et, de ce fait, la consommation tend à augmenter quelque peu. Cependant elle reste encore bien faible, et à Paris, en particulier,

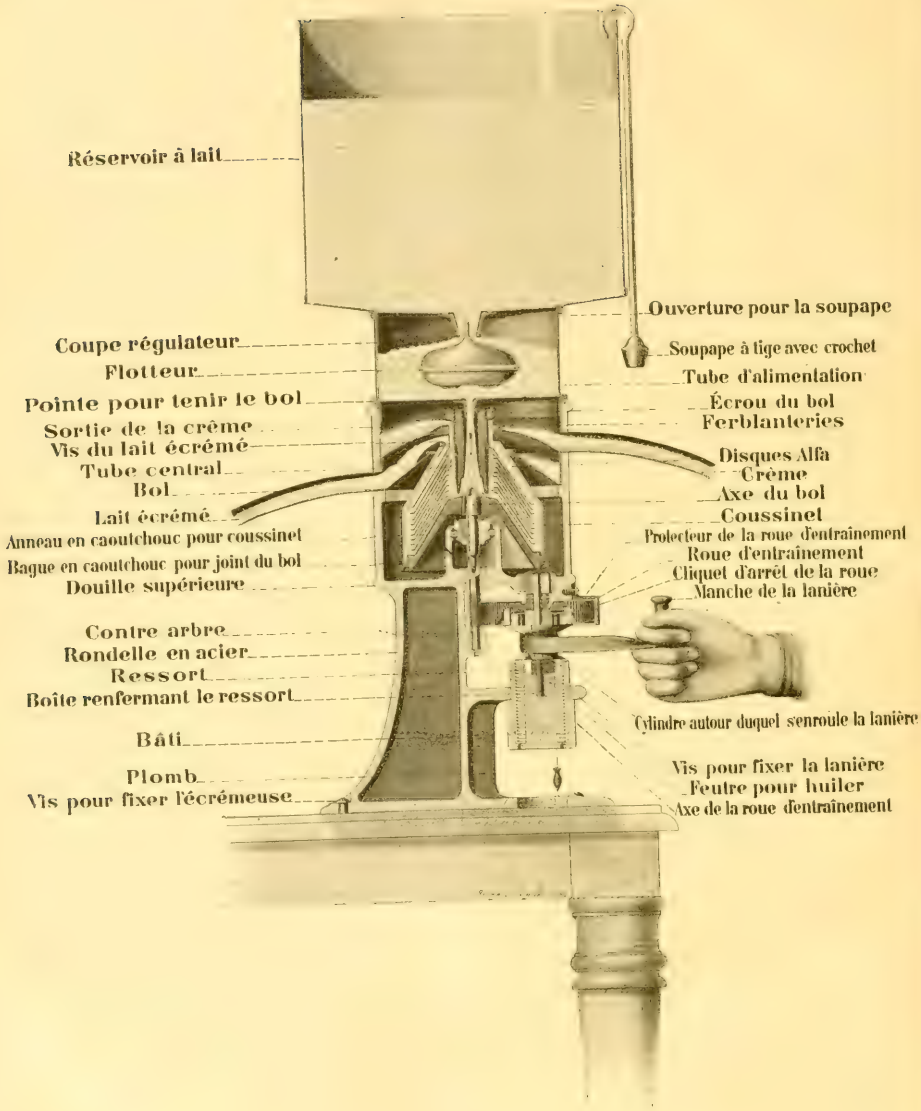


Fig. 3. — *Écrémeuse centrifuge alfa-colibri.*

elle n'est guère que de 8 à 9 kilos par tête et par an, alors qu'elle atteint 15 ou 16 kilos à Londres.

Il serait à désirer pour l'industrie de notre pays que la consommation indigène s'accrût encore : car la facilité, le bas prix d'installation des beurreries ont multiplié singulièrement le nombre de nos producteurs. Examinons de plus près cette question :

Dans ces dernières années, la production a reçu un accroissement rapide : le nombre des vaches a augmenté d'une vingtaine de mille tous les ans : il doit être à peu près, à l'heure actuelle, de 6.700.000 à 6.800.000 sur toute l'étendue de notre territoire : c'est donc une production de 75 à 80 millions d'hectolitres de lait par an.

Notre commerce d'exportation n'a pas suivi la marche ascendante de notre production ; il a subi,

Fig. 4. — *Carte montrant la répartition, en France, des industries du lait (beurre, fromage, lait concentré, margarine)* [1].

[1] Cette carte a été dressée sur le canevas d'une carte muette obligeamment prêtée à la *Revue* par la maison Delagrave.

au contraire, dans le cours des vingt-cinq dernières années, d'étranges fluctuations, dont les raisons n'ont pas été toujours connues. Le tableau II indique quelques chiffres de minima ou de maxima :

TABLEAU II. — **Exportations de beurre frais, fondu ou salé. — Valeurs en millions de francs.**

1872	56.1
1876	103.8
1879	67.4
1882	114.7
1887	74.4
1890	109
1893	66.9

Il semble que la baisse s'accentue désormais et pour un temps bien long : car notre principal marché, l'Angleterre, reçoit des quantités de plus en plus fortes de beurres d'Australie, de Nouvelle-Zélande et du Canada. Cette concurrence est terrible pour notre production indigène; elle a déterminé une baisse générale des prix, et, la consommation n'allant nulle part en augmentant aussi vite que la production, la baisse durera peut-être longtemps encore.

C'est dans ces raisons économiques inéluctables que l'on trouve l'origine de la dépréciation des marchandises; elles ont baissé de valeur comme les blés, comme les sucres, les alcools et il est inutile de rechercher ailleurs l'origine de la diminution constante des prix.

On a cependant songé à passer la mauvaise humeur sur quelque chose et on accuse la margarine de quantité de méfaits. La margarine est fabriquée avec la graisse des Bovidés et le lait comme matière première[1]. La graisse, qui doit être extrêmement fraîche, est scindée en deux produits : après avoir subi une fusion préalable et une cristallisation par le repos, on sépare, au moyen de presses hydrauliques, une matière grasse fondant à basse température, l'*oléo*, d'une autre graisse fondant à température plus élevée, le *suif pressé*, qui consiste en majeure partie en stéarine et est employé dans la fabrication des bougies. L'oléo est reprise et barattée avec du lait. L'émulsion des deux matières est refroidie brusquement en vue d'en immobiliser la structure, et le produit obtenu est délaité, puis malaxé comme le beurre naturel.

La margarine, dans la plupart des usines, est fabriquée avec un très grand souci des soins de propreté et elle constitue alors un produit très sain, d'un goût et d'un parfum agréables et que l'on a bien souvent peine à distinguer du beurre naturel.

Comme son prix reste inférieur au prix du beurre, des gens de mauvaise foi n'ont pas tardé à songer à préparer des mélanges qu'il a été ensuite très facile de faire accepter pour du beurre pur. Il y avait tromperie sur la qualité de la marchandise et les fraudeurs tombaient sous le coup de la loi. On a poursuivi et frappé durement quelques-uns d'entre eux; mais on a gardé pour beaucoup d'autres — et surtout pour les puissants — une scandaleuse complaisance.

On pouvait se retrancher, pour laisser les coupables impunis, derrière une difficulté réelle : la margarine ressemble beaucoup au beurre; elle en est, si l'on voulait nous pardonner un jeu de mots, la sœur de lait; elle possède presque toutes les propriétés du produit naturel dont il est difficile de la distinguer; l'analyse chimique est presque impuissante, car on en est arrivé, dans la fabrication moderne, à imiter les réactions de la nature et à faire du beurre véritable très analogue à celui de la vache. C'est cette margarine que l'on a alors accusée d'être la cause première de l'avilissement des prix, et quelques intéressés que l'audace n'effraie pas ont même été jusqu'à conseiller, jusqu'à demander la suppression de l'industrie.

Le Gouvernement a répondu oui et non. Oui, pour satisfaire les demandeurs, et non parce que les gens sensés voient sans peine que cette suppression serait une faute, que les industries chassées de France iraient à notre détriment se réédifier à l'étranger, et que l'Agriculture ne pourrait que souffrir de l'abaissement consécutif, inévitable, du prix des graisses, dont la margarine est le seul débouché, et aussi peut-être un peu d'une dépression dans le prix du lait.

Il faut bien remarquer, en outre, que la margarine n'intervient probablement pas beaucoup dans la cote des marchandises naturelles. On fabrique à peu près en France par an 160 à 200 millions de kilogrammes de beurre. La production de la margarine doit être d'environ 20 millions de kilos. Il paraîtra démontré que son influence est bien faible si nous ajoutons que les prix sont en partie régis par le marché anglais et que l'Angleterre, en 1893, a importé pour plus de 304 millions de francs de beurre.

Cependant, les Danois et les Suédois nous fournissent un enseignement dont il serait bon de profiter. En Danemark, en Norvège, en Suède, loin de poursuivre la fabrication de la margarine, on l'a plutôt encouragée : ouvriers, petits bourgeois, agriculteurs, ont consommé ce produit, et les beurres de qualité supérieure et de prix élevés ont pris le chemin de la Grande-Bretagne.

[1] Voyez à ce sujet l'article de MM. F. et J. Jean sur *l'industrie des Suifs comestibles et industriels* dans la *Revue* du 15 mai dernier. (*Note de la Réd.*)

Nous occupions, il y a quelques années à peine, le premier rang parmi les importateurs dans ce pays. Aujourd'hui, c'est le Danemark qui a conquis la première place; nous avons, malgré la position géographique et la qualité de nos produits, été dépassés par cette intelligente nation [1].

En résumé, nous voyons que la margarine ne devrait pas porter le poids des péchés dont on la charge, et qu'il est complètement inutile de travailler si laborieusement à édifier une loi nouvelle pour poursuivre des fraudeurs que l'on ne veut pas atteindre, puisqu'on pourrait les frapper avec les lois existantes et qu'on ne le fait pas.

Les industriels raisonnant bien ont laissé de côté toutes les récriminations inutiles et se sont appliqués à améliorer leur commerce autrement que par des plaintes stériles : ils se sont efforcés de supprimer les intermédiaires, dont les bénéfices sont énormes, et se sont adressés directement aux consommateurs. La vente aux particuliers s'est développée, s'est généralisée, et les deux parties les plus intéressantes y ont trouvé leur compte. Mais cette vente directe est souvent bien difficile; elle ne peut être abordée que par de puissants producteurs fabriquant plusieurs centaines de kilos de beurre par jour, et consentant à faire dans les villes les frais d'installation d'une boutique et de tout un matériel de chevaux et de voitures pour les livraisons à domicile. Quelques industriels y ont pleinement réussi, et le consommateur a bénéficié de la concurrence.

Fromages. — La production fromagère n'a pas progressé si rapidement que les deux autres industries du lait.

Si nos excellents fromages de table, si renommés dans le monde, ont conservé leur vieille réputation, on n'a guère étudié ni amélioré les anciens procédés d'une préparation demeurée empirique.

Il est cependant facile de se convaincre que c'est dans ces préparations surtout que la science aurait à intervenir, escortée de son outillage bactériologique [2].

Peut-être le temps n'est-il pas loin où les grosses fromageries industrielles feront suivre toutes les réactions, toutes les cultures d'organismes dans des laboratoires spéciaux; les élèves de nos Écoles d'Agriculture contribueront sans doute à ces désirables progrès, et les écoles spéciales, nouvellement instituées par le Gouvernement, formeront des praticiens instruits, comprenant tout l'intérêt des recherches scientifiques dans cette industrie.

Il existe maintenant plusieurs de ces excellentes écoles à : Pétré, dans la Vendée; Mamirolle, dans le Doubs; Coigny, dans la Manche; Coëtlogon, près de Rennes; et Kerliver, dans le Finistère, cette dernière école étant réservée aux jeunes filles.

Espérons que nous ne serons plus, comme il y a quelques années, encore obligés de chercher à l'Étranger nos directeurs d'établissements, et que notre industrie nationale profitera de la science de nos nationaux.

V. — Conclusion.

Nous avons essayé, dans cet article, de mettre en relief les services déjà rendus par la science dans des fabrications qui sont de son domaine.

Nulle part ailleurs, on ne voit si constamment intervenir le rôle des organismes, et l'on n'a pas davantage à se préoccuper des moyens de les utiliser ou de les combattre.

C'est par la science, par la diffusion de l'enseignement, par la création de stations expérimentales, par une étude plus approfondie de nos débouchés, que nous pourrons ressaisir, dans cette spécialité de la laiterie, la première place, celle que nous devrions incontestablement occuper, en raison des avantages que nous donnent et notre climat et notre sol; mais, pour tous ces progrès, c'est sur nous-mêmes que nous devons compter.

Souhaitons le développement des associations, des sociétés coopératives, de l'initiative individuelle en vue de ce but désiré. Déjà, on peut le dire, quelques beaux résultats, obtenus par des sociétés actives ou des syndicats, sont venus nous faire bien augurer d'un avenir plus heureux pour la prospérité de notre Agriculture.

R. Lezé,
Professeur d'Industrie agricole
à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

[1] Voyez, à ce sujet, les statistiques publiées par MM. F. et J. Jean dans leur article sur l'industrie du suif, cité plus haut. (*Note de la Direction*).

[2] Nous pensons, cependant, que la science française commence à être bien orientée, dans cette voie, grâce surtout aux importants travaux de M. Duclaux et à l'impulsion qu'ils ont donnée à la rénovation de notre industrie fromagère. *Note de la Direction*.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIQUE

Nous ne pouvons, pas plus que les années précédentes, avoir la prétention de passer en revue, même sommairement, tous les travaux se rapportant à la Physique, qui ont été portés à la connaissance du monde savant depuis un an. Nous sommes obligé de faire un choix qui, malheureusement, ne peut être qu'arbitraire, et nous devons ainsi nous excuser dès le début des omissions que présentera notre travail, omissions qui en diminueront l'intérêt, mais qui sont cependant nécessaires.

Sur quelques points, notre silence s'expliquera, parce que les sujets correspondants ont été déjà traités dans la *Revue*, ce qui est un avantage, car non seulement, ainsi, les lecteurs sont renseignés plus tôt qu'ils ne l'auraient été par nous sur les questions d'actualité ; mais, de plus, ils ont eu des indications plus complètes que celles que nous eussions pu donner. Mais aussi, par là, notre revue annuelle, dépouillée des sujets les plus actuels et les plus intéressants, n'en sera que plus terne.

C'est ainsi que nous échappe l'indication de la découverte si intéressante de l'argon : sans parler de l'importance capitale de la preuve faite de l'existence d'un corps si répandu et qui avait échappé à toutes les recherches faites jusqu'à présent, combien n'aurait-il pas été utile à divers points de vue d'insister sur les travaux de Lord J. W. Rayleigh et de M. William Ramsay pour montrer le rôle de la Physique et des données précises qu'elle a fournies dans cette découverte qui, au premier abord, paraîtrait devoir intéresser surtout la Chimie.

N'est-ce pas, en effet, le fait que la densité de l'azote extrait de l'air est toujours supérieure à celle de ce gaz retiré de l'ammoniaque ou d'un autre composé azoté qui a conduit à penser que les deux sortes de gaz n'étaient pas identiques ? Les différences étaient faibles : le poids de 1 litre d'azote extrait de l'air est de 1 gr. 2572, celui de 1 litre d'azote retiré d'une combinaison est seulement de 1 gr. 2505. Mais la discussion des méthodes employées permettait de conclure que cette différence ne pouvait être attribuée à des erreurs d'expérience.

N'est-ce pas, d'autre part, l'emploi de la diffusion, suivant la méthode de Graham, qui fournit une preuve que l'azote atmosphérique est un mélange de deux gaz ?

L'étude du spectre de l'argon, celle de la solubilité de ce gaz et de l'azote atmosphérique, celle du point critique, du point d'ébullition, du point de solidification, sont des recherches qui sont entièrement du domaine de la Physique, et qui ont cependant fourni les preuves les plus évidentes de l'argon comme élément distinct de l'azote.

Nous ne pouvons que renvoyer à la lecture des mémoires originaux [1] pour l'examen des méthodes employées ; et nous nous bornerons à insister sur l'importance des déterminations précises en Physique. Comme on l'a dit, en une boutade spirituelle, la découverte de l'argon est le triomphe de la troisième décimale.

Nous signalerons encore, parmi les travaux qu'il convient de relire pour avoir une idée des progrès de la Physique, les articles suivants :

Les expériences de M. Raoult sur la tonométrie et la cryoscopie [2] ; l'article de M. L. Poincaré sur les rayons cathodiques et l'hypothèse de la matière radiante [3] ; enfin l'article sur la récente exposition de la Société de Physique [4].

Il reste encore assez de travaux pour que la Revue annuelle de Physique puisse présenter de l'intérêt, et nous ne pourrons nous en prendre qu'à nous-même si nous ne savons en tirer parti.

I

Ainsi que nous le remarquions déjà en 1894, l'Acoustique paraît une partie un peu négligée par les physiciens, et nous aurons peu de choses à signaler.

M. Neyreneuf a poursuivi ses études sur la propagation du son et, notamment, il a mis en évidence le phénomène de la réfraction par l'action de lentilles ; la substance réfringente étant l'eau, les lentilles employées produisent un effet inverse de celui que produirait pour la lumière une lentille de même forme. M. Neyreneuf réalisa une lentille biconcave par une ingénieuse disposition, et put mettre en évidence l'image acoustique du corps sonore, en explorant l'espace avec une flamme sensible.

L'étude de la voix a donné lieu à des recherches de M. G.-J. Burch et de M. Hermann : le premier reliait la plaque d'un téléphone à un électromètre capillaire dont les indications étaient recueillies par la photographie. M. Hermann a utilisé les tracés phonographiques, en fixant un miroir sur un style parcourant le sillon du phonographe. Un faisceau de lumière fine se réfléchissait sur ce miroir et allait impressionner une plaque photographique

[1] *Rev. gén. des Sc.*, 1895, p. 89.
[2] *Ibid.*, 1894, p. 409.
[3] *Ibid.*, p. 701.
[4] *Ibid.*, 1895 p. 374.

à distance, de manière à amplifier considérablement le déplacement du style. Nous n'avons pas vu que des résultats généraux nouveaux aient été obtenus.

Enfin, nous croyons savoir que, en France, de nouvelles recherches ont été faites sur la vitesse de propagation du son; mais nous devons attendre, pour en parler, qu'elles aient été publiées ou au moins annoncées.

II

Il ne semble pas que la construction des instruments d'Optique ait réalisé de sensibles progrès, soit que les questions de cet ordre aient été quelque peu négligées, soit que les appareils dont on dispose maintenant répondent d'une manière suffisante aux besoins des observateurs, des expérimentateurs.

Il serait injuste, toutefois, de ne pas signaler les recherches poursuivies avec constance par M. Ch.-V. Zenger qui pense que les constructeurs, pour obtenir de bons résultats, auraient intérêt à s'inspirer des conditions dioptriques de l'œil, c'est-à-dire employer des milieux peu réfringents et dont la dispersion soit à peu près identique. M. Zenger propose l'emploi de deux crowns, les moins réfringents et dispersifs, de verre phosphaté plus réfringent et moins dispersif, que le crown, boraté. La première lentille est plus convexe, la seconde plus concave, ce qui permet d'obtenir à peu près le minimum d'aberration sphérique.

Le système préconisé par M. Zenger et auquel il a donné le nom d'objectifs apochromatiques symétriques doit présenter de réelles qualités; nous souhaiterions qu'il pût être réalisé et étudié pratiquement.

Le problème de la détermination de la distance focale, et, par suite, de la puissance d'une lentille ou d'un système de lentilles a déjà reçu diverses solutions; il a exercé, cette année particulièrement, l'ingéniosité des chercheurs, et de nouveaux focomètres ont été imaginés; nous croyons intéressant de les signaler sommairement.

M. A.-L. Herchoun s'est occupé spécialement des objectifs photographiques, c'est-à-dire des systèmes convergents. Il étudie les faisceaux qui ont traversé deux fois l'objectif après s'être réfléchi sur un miroir plan perpendiculaire à l'axe de celui-ci, et il cherche à réaliser les conditions suivantes : 1° l'image coïncide avec le point lumineux; 2° le faisceau émergent est parallèle. Les résultats fournis par ces deux observations permettent de déduire la distance focale et la position des points nodaux.

M. Th. Guilloz a eu principalement en vue la détermination rapide de la puissance dioptrique des verres de lunettes : pour y arriver, il regarde à travers un trou sténopéique devant lequel on place à une distance variable la lentille à examiner, dont la partie utile est limitée par un diaphragme à ouverture circulaire. De l'autre côté de la lentille est un écran dans lequel est percé un trou de même diamètre que le diaphragme. Le trou pourra toujours être vu nettement, quelle que soit la distance à laquelle se fasse son image, puisque les faisceaux arrivent à l'œil par un trou sténopéique.

Le champ visible sur l'écran est limité par la surface du cône qui a pour base la portion utilisée de la lentille et pour sommet le trou sténopéique. L'image du trou, d'autre part, est variable avec la position de la lentille par rapport à ce trou. Une discussion simple montre que, si la lentille est à une distance du trou moindre que la distance focale, on voit une partie de la carte en dehors du trou; cette partie diminue quand la lentille s'éloigne de l'œil, et les bords du trou disparaissent pour la position pour laquelle le foyer coïncide avec le trou sténopéique. En continuant l'éloignement, le champ est d'abord moindre que l'image du trou; il lui devient égal de nouveau, et les bords de l'écran réapparaissant, et au delà, le trou devient visible dans le champ qui croît.

Sans qu'il soit nécessaire d'insister, on comprend qu'il y ait possibilité d'appliquer ces résultats à la détermination de la distance focale.

M. Guilloz, en se basant sur cette idée, a construit un appareil simple qui donne directement, par simple lecture, la puissance d'un verre et qui, dans le cas de verres cylindriques ou sphérocylindriques, indique la direction des génératrices du cylindre et la puissance des méridiens principaux. Les valeurs sont obtenues avec une approximation suffisante pour la pratique.

Le focomètre de M. Weiss présente plus de généralité que les précédents dans son emploi et plus d'exactitude en même temps. Il comprend un objet de grandeur connue qui doit être placé au foyer de la lentille ou du système étudié, de telle sorte que les faisceaux qui auront traversé celui-ci soient parallèles; ils tombent alors sur une lentille de puissance connue et forment une image au foyer. Réciproquement, si l'image se produit au foyer de cette dernière, c'est que l'objet est au foyer du système étudié. D'autre part, on reconnaît immédiatement que les grandeurs de l'objet et de l'image sont proportionnelles aux distances focales du système et de la lentille fixe : il suffit donc de mesurer la grandeur de l'image pour en déduire la distance cherchée. A cet effet, cette image est regardée à l'aide d'un oculaire qui permet également de voir un réticule placé dans le plan focal de la lentille fixe; ce réticule est mobile à l'aide d'une vis micro-

métrique qui permet de mesurer l'image avec exactitude.

La condition essentielle, c'est que l'image se fasse dans le plan du réticule : on arrive à satisfaire à cette condition plus facilement qu'on ne pourrait le croire, en faisant varier la position de l'image jusqu'à ce que toute parallaxe ait disparu. L'expérience montre que, en répétant la mesure plusieurs fois, on arrive à la même valeur avec une grande exactitude.

L'appareil a été construit de manière à pouvoir servir pour des lentilles et des systèmes quelconques et, notamment, à pouvoir être adapté directement à la monture des microscopes et permettre la mesure de la puissance de l'objectif. C'est un appareil qui est appelé à rendre des services réels et qui permettra, on peut l'espérer, d'avoir sur les microscopes des renseignements plus précis que ceux qui sont donnés ordinairement.

Nous rappellerons que M. Weiss a montré quelle signification il convenait de donner à la *puissance* d'un système pour que la définition puisse s'appliquer à tous les cas. Mais il n'y a pas lieu d'insister, la question ayant été traitée entièrement dans la *Revue générale des Sciences* [1].

La détermination des indices de réfraction est une question qui présente un grand intérêt à divers points de vue. On utilise notamment cette donnée pour se renseigner sur les modifications intimes qui se produisent dans les corps sous des influences diverses, sous l'influence de la chaleur, par exemple, sous celle de la proportion des substances dissoutes, etc. M. W. Hallwachs, étudiant les dissolutions du sel marin dans l'eau, a cherché la différence des indices de réfraction. Pour cela il emploie une cuve dont le fond est constitué par une glace pleine et qui est divisée en deux parties par une autre glace perpendiculaire à la première : les deux liquides à comparer sont placés de part et d'autre de cette dernière. On fait arriver dans l'un d'eux un rayon rasant la surface de cette glace, de manière qu'il passe dans l'autre liquide et sorte par le fond : on détermine l'angle que fait le rayon émergent avec la normale, et la connaissance de cet angle permet de trouver la différence des indices des deux liquides par une formule simple.

La méthode interférentielle permet d'arriver à des résultats précis lorsqu'il s'agit de comparer deux substances dont les indices sont peu différents : deux faisceaux, émanés d'une même source, traversent une même épaisseur des deux substances et, étant réunis ensuite, donnent des franges d'interférence dont la position dépend des indices à comparer. Pour pouvoir déterminer ce déplacement, en éliminant les causes étrangères, comme la différence de dispersion entre les deux substances examinées, il convient d'opérer graduellement, en partant de deux parcours identiques; c'est ce que l'on obtient aisément pour les gaz dont, grâce à leur compressibilité, on peut faire varier à volonté la quantité dans un espace donné. Pour les liquides, il n'en est pas de même : M. A.-H. Borghesius, qui a fait des recherches sur les solutions de sels alcalins, a levé ingénieusement la difficulté : dans une cuve fixe en verre, contenant le liquide dissolvant, il place deux petites cuves reliées entre elles et contenant la solution à étudier : les cuves sont mobiles et leurs déplacements sont égaux et de sens contraire. Les deux faisceaux qui doivent interférer traversent ces deux cuves toujours sous la même épaisseur de liquide ; mais, en déplaçant les petites cuves, on remplace progressivement d'un côté le liquide dissolvant par la solution et inversement de l'autre côté. Le déplacement des franges est donc continu et facile à suivre, et on en déduit aisément la différence des indices de réfraction.

La même méthode a été appliquée par M. James Chappuis pour l'étude de la variation de l'indice de réfraction de l'acide carbonique dans le voisinage du point critique. Dans une cuve d'eau est placé un bloc d'acier percé d'une cavité cylindrique fermée par des glaces épaisses et dans laquelle on introduit l'acide carbonique : l'un des faisceaux traverse cette cavité, l'autre passe dans l'eau de la cuve, dans laquelle il rencontre une lame de verre qui compense l'action des regards du réservoir à acide carbonique. Nous reviendrons sur les résultats obtenus.

III

Les faits relatifs à la vision intéressent les physiciens aussi bien que les physiologistes; nous croyons donc devoir signaler l'apparition des images anaglyphes, qui donnent l'impression du relief par vision directe et sans stéréoscope. On sait que, pour avoir la notion du relief, il faut que chaque œil voie une image ayant une perspective spéciale et que les deux images soient fusionnées : la photographie donne directement des images avec le point de vue convenable à chacune, et, dans le stéréoscope, l'emploi de prismes ou de lentilles prismatiques assure la fusion des deux images. Celle-ci peut d'ailleurs être obtenue par des miroirs convenablement disposés, comme dans le stéréoscope de Wheatstone, qui vient d'être ingénieusement modifié par M. Cazes pour obtenir un grand champ, en vue spécialement de l'application de la méthode stéréoscopique à la topographie.

Mais tout autre moyen de réaliser ces conditions

[1] *Rev. gén. des Sc.*, 1894, tome V, p. 976.

doit conduire au même résultat. M. Ducos de Hauron fait imprimer sur un papier blanc les deux images stéréoscopiques, l'une en rouge, l'autre en bleu; ces deux images, correspondant à des points de vue différents, ne se superposent pas. Si on regarde cette planche en couleurs avec un verre rouge convenablement choisi, les traits rouges ne se distingueront pas et se confondront avec le fond blanc, qui sera vu rouge également; mais les traits bleus apparaîtront en noir. Inversement, si on regarde avec un verre bleu, seuls les traits rouges seront distincts et paraîtront noirs. Si donc, on place un verre rouge devant un œil et un verre bleu devant l'autre, chaque œil ne verra que le dessin de la couleur opposée à celle de son verre et le verra noir. On aura donc deux images distinctes et elles se fusionneront naturellement, puisqu'elles sont vues au même endroit; c'est, en effet, ce qui se produit, et le relief apparaît très nettement.

Nous devons dire que l'idée n'est pas nouvelle absolument et que l'application en a été faite à la Société de Physique, si nous ne nous trompons, il y a bien des années; les images étaient des épreuves photographiques de stéréoscope ordinaire qu'on projetait à travers des verres colorés et qu'on regardait comme on le fait pour les images anaglyphes.

Signalons sans insister l'apparition à Paris du kinétoscope d'Edison; on sait que ce n'est qu'un phénakisticope dans lequel les images sont très nombreuses et correspondent à des instants très rapprochés. Aussi, a-t-on l'impression du mouvement réel et voit-on se dérouler des scènes relativement de longue durée.

Disons également que MM. Lumière sont arrivés à réaliser le même effet en projection d'une manière satisfaisante.

Enfin indiquons le chalumeau à lumière oxy-éthérique de Molteni, d'un emploi fort commode pour les projections; il utilise les vapeurs d'éther ou de gazoline; l'oxygène est fourni par un réservoir facilement transportable où il est comprimé.

Les mesures photométriques, qui, pendant longtemps, ont été assimilées à des expériences de laboratoire, sont entrées peu à peu dans la pratique au fur et à mesure que, de nouvelles sources lumineuses étant découvertes, il devenait nécessaire de les comparer au point de vue du rendement.

M. Blondel, qui s'est occupé spécialement de ces questions, a inventé et fait construire un appareil destiné à la mesure du *flux lumineux*; il a introduit cette expression, par analogie avec celle employée dans l'étude de la chaleur rayonnante, pour la substituer à celle de *quantité de lumière*, qui est encore employée quelquefois : il a donné le nom de *lumen-mètre* à cet appareil dont la description a été donnée récemment dans la *Revue* (p. 379).

Pour la photométrie, l'unité théorique est celle qui a été proposée par M. Violle. Sa valeur est-elle absolument constante? Et, dans le doute, ne pourrait-on pas adopter une autre unité qui pourrait être toujours reproduite identique à elle-même d'une manière certaine? MM. Lummer et Kurlbaum ont donné une ingénieuse solution de la question : ils proposent d'adopter pour étalon une plaque de 1 centimètre carré de platine porté à une température telle que, pour le faisceau émis, il existe un rapport invariable entre son intensité observée directement et celle qu'on observe après le passage d'une couche d'eau d'épaisseur fixée à l'avance.

Pour réaliser cet étalon, ils emploient une petite lame de platine traversée par un courant électrique dont on pourra faire varier l'intensité d'une manière continue pour faire varier aussi continûment la température. Le faisceau traverse une cuve dont les parois, en quartz de 1 millimètre d'épaisseur, sont distantes de 2 centimètres; le faisceau tombe ensuite sur un bolomètre qui permet de faire deux observations successives, l'une quand la cuve est vide, l'autre quand elle est pleine d'eau. Ils proposent d'amener la température de platine à une valeur telle que l'intensité dans le second cas sera réduite à 0,1 de sa valeur primitive. L'idée est ingénieuse et pourrait être avantageusement adoptée s'il est vrai que l'erreur ne puisse dépasser 0,3 %.

Les comparaisons photométriques ne peuvent se faire dans le cas de colorations différentes : M. D. N. Rovel y est pourtant parvenu dans une étude sur la mesure du pouvoir réfléchissant des métaux : son appareil était composé d'un disque, tournant assez rapidement autour d'un axe perpendiculaire à son plan. Ce disque était recouvert par moitié par les substances étudiées, qui renvoyaient à l'observateur, par réflexion, la lumière qu'elles recevaient d'une source placée dans le voisinage. Lors de la rotation, l'observateur percevait une impression spéciale : celle d'une espèce de vacillement, lorsque les faisceaux réfléchis différaient de plus de $\frac{1}{50}$ de leur valeur; cette sensation disparaissait pour une différence moindre, et cela quelle que fût la couleur de ces plaques. Cette observation, quoiqu'elle paraisse ne pouvoir être utilisée que dans des cas bien spéciaux, demanderait confirmation.

M. G. Lemoine a continué les recherches qu'il avait entreprises sur la mesure de l'action chimique des radiations solaires, en utilisant la décomposition que produisent celles-ci dans un mélange d'acide oxalique et de chlorure ferrique.

L'application de cette méthode n'était pas sans soulever quelques objections basées sur ce que, la réaction qui se produit étant exothermique, il n'y a pas une relation nécessaire entre les grandeurs de la cause et de l'effet. M. Lemoine, s'appuyant sur ce que la chaleur dégagée est faible et se dissémine rapidement dans la masse, conclut que, dans les conditions de ses expériences, il doit y avoir proportionnalité. Sans entrer dans le détail des mesures et des corrections qu'il faut faire subir à celles-ci, nous dirons que, pour la lumière naturelle du Soleil, les nombres ont varié dans le rapport de 1 à 30 environ entre le 21 décembre et le 16 mai : M. Lemoine a étudié également l'effet des lumières colorées comparativement à celles de la lumière naturelle.

Il importe de remarquer que les résultats obtenus fournissent des renseignements sur l'intensité de l'action chimique, mais ne peuvent rien apprendre sur l'intensité *lumineuse*, car il n'existe aucune relation entre ces éléments ; la forme trop abrégée du titre du travail présenté par M. Lemoine pourrait donner une idée inexacte du but qu'il s'est proposé.

M. Janssen, en vue principalement de l'application à la Photographie des corps célestes, a employé un nouveau procédé pour comparer les radiations émises ou diffusées par les astres, en déterminant les temps nécessaires pour produire, dans une plaque sensible, un dépôt d'une opacité déterminée. Les intensités de ces deux sources seraient entre elles en raison inverse des durées nécessaires pour obtenir le même résultat.

Bien entendu, il ne s'agit pas de mesures photométriques proprement dites, mais de mesures de l'activité chimique ; mais, même à ce point de vue, et ce n'est pas sans quelque embarras que nous l'avouons, nous n'avons pas bien compris le principe de la méthode, étant donné que la loi qui lie les effets photographiques à la durée de la pose est compliquée, autant qu'il résulte des observations faites.

M. Maréchal, en collaboration avec M. Rigollot, a entrepris l'étude des actions électrochimiques de la lumière ; l'actinomètre qu'il a employé comprend une petite cuve, contenant de l'eau salée, dans laquelle plongent deux lames métalliques, l'une de cuivre pur, qui est soustraite à l'action des radiations, l'autre de cuivre oxydé, qui recevra celles-ci ; les lames sont reliées à un galvanomètre ; c'est donc une disposition analogue à celle de l'actinomètre de Becquerel. Nous ne pouvons indiquer les résultats expérimentaux déjà obtenus ; mais nous signalerons que M. Maréchal a montré que son appareil peut être utilisé comme un véritable relais lumineux très sensible, permettant d'enregistrer, sur un appareil télégraphique quelconque, les signaux lumineux émis par le miroir des instruments délicats. Ajoutons, d'autre part, que les observations faites sur la lumière du jour ont conduit M. Marchal à émettre une hypothèse, qui mérite d'être étudiée, sur une relation qui peut exister entre les variations diurnes du magnétisme terrestre et la luminosité du ciel aux diverses heures du jour.

La question controversée de la température minima à laquelle apparaissent des radiations susceptibles de donner naissance à la sensation lumineuse a donné lieu à quelques recherches. M. S. Téréchine a montré qu'un fil de platine émet une faible lumière jaune gris à 358°. M. P. Gray est arrivé à un résultat analogue et donne 370° comme température minima de la luminosité ; mais le phénomène n'est perceptible que si l'observateur est resté préalablement, pendant un temps assez long, dans une chambre noire ; pour une moindre durée, la luminosité n'est appréciable qu'à 470°.

IV

Jusqu'à ces dernières années, par suite sans doute des besoins de l'industrie, on a recherché spécialement les moyens d'obtenir de hautes températures, et on a étudié les phénomènes correspondants ; ce n'était que très exceptionnellement qu'on réalisait des abaissements de température, et, en général, ils étaient très limités et on ne les utilisait que dans des cas très restreints. Mais, notamment depuis les recherches de M. Cailletet et de M. Pictet, les conditions ont changé, et la production du froid est devenue d'un usage courant ; non seulement on est arrivé à utiliser, même dans l'industrie, la soustraction de grandes quantités de chaleur, mais encore on est parvenu à de très basses températures : tous les gaz ont été liquéfiés, et l'on sait que M. Dewar, par exemple, emploie l'air liquide d'une manière courante ou à peu près.

Une question se pose nécessairement : comment vont varier, à ces températures très basses, les phénomènes qui dépendent des conditions calorifiques ? Les lois physiques ne peuvent être valablement appliquées que dans les limites des expériences qui ont servi à les obtenir, et il n'est pas prudent de les appliquer par extrapolation en dehors de ces limites, dès qu'on s'en écarte d'une manière sensible. On n'est donc pas en droit d'utiliser les lois obtenues, jusqu'à présent, à des températures inférieures de 100 et 200° à celles auxquelles ont été faites les mesures qui ont conduit à l'adoption de ces lois. On conçoit qu'il y a là un très vaste champ d'étude, qui réserve sans doute

bien des surprises; malheureusement, les conditions à remplir pour ces recherches sont loin d'être faciles à réaliser et il n'y a que peu de laboratoires qui soient outillés en vue des expériences auxquelles nous faisons allusion.

M. Pictet, qui a à sa disposition une installation importante, a déjà commencé à explorer cette voie et y a trouvé des résultats intéressants qui s'écartent, souvent sur bien des points, de ceux qu'on connaissait: c'est ainsi qu'il a montré que, à très basse température, l'affinité chimique n'existe plus; les corps qui, à la température ordinaire, se combinent le plus énergiquement, sont sans action les uns sur les autres à — 100°. Nous trouverons plus loin diverses recherches que M. Pictet a pu faire et qui présentent un réel intérêt. Mais nous tenons à signaler ici certains résultats relatifs à la propagation de la chaleur à basse température, résultats qui correspondent à des anomalies apparentes et qui sont dus, en somme, à ce que, à ces basses températures, tous les corps deviennent plus diathermanes. Aussi, par rapport à ce que nous connaissons, les faits sont plus complexes et paraissent-ils difficilement explicables tout d'abord. Nous ne pouvons résumer toutes les expériences de M. Pictet à ce sujet et nous nous bornerons à en citer quelques-unes.

M. Pictet a recherché quelle était l'influence, sur le réchauffement, des substances considérées ordinairement comme s'opposant au passage de la chaleur. A cet effet, un vase était refroidi vers — 165° et abandonné dans l'atmosphère à la température du laboratoire (+ 11°); tantôt ce vase était nu, tantôt il était recouvert de coton en couches variant de 10 à 50 centimètres, ou de bourre de soie, ou de laine, ou de sciure de bois, ou de liège râpé, etc. Sans entrer dans le détail, nous dirons que de — 165° à — 100° environ, le réchauffement se fait presque absolument de la même manière dans tous les cas, qu'il y ait ou non une substance isolante, quelle que soit la nature de cette substance, et quelle que soit l'épaisseur de la couche.

De — 100° à — 70°, on commence à distinguer une différence, mais elle est faible et, pour une même substance, n'est pas du tout en rapport avec l'épaisseur de la couche isolante. La différence s'accroît à mesure que la température s'élève, mais il faut arriver jusqu'à — 20° pour que les effets observés soient à peu près proportionnels aux épaisseurs des enveloppes protectrices.

La cristallisation du chloroforme est utilisée d'une manière courante, par M. Pictet, pour obtenir absolument pur ce liquide en vue de l'anesthésie : ce phénomène a donné lieu également à des effets curieux dont nous signalons les principaux :

Une éprouvette, contenant le chloroforme et un thermomètre, est introduite dans un réfrigérant à — 120° ou — 125° : la température du chloroforme s'abaisse, et, quand elle a atteint — 68°5, la cristallisation commence; quand les trois quarts du chloroforme sont cristallisés, on arrête l'opération; la température est — 69° ou — 69°,5, tandis que la température du réfrigérant a été maintenue à — 125° par l'action des compresseurs.

En répétant l'expérience dans un autre réfrigérant plus grand où la température peut être maintenue à — 80°, il semblait qu'on devait être assuré de la cristallisation du chloroforme à — 69°. Mais il en fut tout autrement : la température de ce liquide atteignit — 80° sans donner trace de cristallisation; ce n'était pas le phénomène de surfusion, car des cristaux de chloroforme obtenus d'autre part à — 68°5 furent projetés dans le liquide à — 80° sans amener la cristallisation, et même ils fondirent.

Enfin une éprouvette à — 68°, contenant des cristaux contre la paroi et du liquide au centre, fut introduite dans le grand réfrigérant à — 80°. La température s'abaissa dans l'éprouvette jusqu'à — 80° et les cristaux fondirent successivement.

L'expérience plusieurs fois répétée donna les mêmes résultats.

Mais, d'autre part, une éprouvette, contenant du chloroforme en partie liquide et en partie cristallisé, et dans laquelle était plongé un thermomètre, fut abandonnée à l'air, pour une pesée, puis soumise à l'action des rayons solaires. La température s'éleva à — 48°, puis à — 34°, sans que les cristaux fondissent, quoique leur point de fusion fût de — 68°.

Ces faits curieux nous ont paru mériter d'être signalés avec quelques détails, tant ils sont contraires à ce qui se produit ordinairement. M. Pictet en a donné l'explication en admettant que, aux très basses températures, le chloroforme liquide ou cristallisé est diathermane pour les radiations peu réfrangibles, pour la chaleur obscure : cette explication n'est pas immédiate, d'ailleurs, et il faut faire intervenir l'écart de température entre le point de cristallisation et la température de l'enceinte; nous ne pouvons nous y arrêter et nous devons renvoyer au travail de M. Pictet [1].

Nous signalerons l'action sur les êtres vivants qui, au point de vue physiologique, est bien intéressante, et nous nous bornerons à dire que M. Pictet, avec des vêtements chauds et couvert d'une pelisse, a pu rester pendant 8 minutes dans un grand réfrigérant à — 105°, la tête en dehors, de manière à respirer l'air du laboratoire, n'ayant presque aucune impression de froid à la peau. Nous passons sous silence les autres effets, curieux

[1] *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, 1894.

également, d'ailleurs; mais ce résultat paraît singulier. Il peut s'expliquer cependant.

L'évaluation des basses températures ne se fait pas aisément : à moins d'une installation spéciale, on ne peut guère utiliser le thermomètre à hydrogène, et les indications données par le thermomètre à alcool sont inexactes; M. Chappuis, qui s'est occupé de la question, a reconnu que, dans les appareils de ce genre fournis par les constructeurs, l'écart avec le thermomètre à hydrogène pouvait atteindre 7° à la température de —70°. Ces thermomètres ne sont même pas comparables entre eux, et, à cette température, leurs indications peuvent différer de 1°. M. Chappuis propose de remplacer l'alcool par le toluène; les thermomètres construits avec ce liquide restent comparables à 0°,04 près; il y a donc lieu d'en généraliser l'emploi.

M. Marchis s'est proposé d'améliorer le thermomètre en supprimant le déplacement du zéro, qui est dû, comme on le sait, à un travail moléculaire lent qui a lieu dans le réservoir; il a supprimé cet inconvénient en construisant des réservoirs en platine auxquels on soude des tiges en verre. Dans ces conditions, le zéro est presque absolument invariable, ainsi qu'il résulte d'observations variées et nombreuses, qui montrent que le zéro est invariable à 0°,001 près.

On peut se demander, il est vrai, si ce réservoir, dont les parois sont assez minces en somme, ne pourra être déformé par des chocs, des pressions, et si la variation de volume du réservoir qui en résultera n'amènera pas de graves perturbations dans la position du zéro, malgré les dispositions adoptées pour éviter ces accidents; on peut craindre aussi l'attaque lente du platine par le mercure, surtout si l'appareil est maintenu pendant un certain temps à des températures élevées. Mais ce thermomètre se met rapidement en équilibre de température à cause de la faible épaisseur et de la conductibilité des parois du réservoir, et c'est là un avantage très réel dans un certain nombre de cas où le thermomètre de M. Marchis pourra être utilement employé. Disons, d'ailleurs, que, en vue de ce résultat, des thermomètres analogues avaient déjà été construits antérieurement, surtout pour les usages médicaux, mais leur emploi ne s'est pas étendu.

Des procédés divers ont été utilisés pour la mesure des températures élevées : M. Daniel Berthelot en a signalé un nouveau, basé sur les variations des propriétés optiques des gaz. Il obtient des franges d'interférences produites par la réunion de deux faisceaux ayant traversé chacun un tube rempli d'un gaz; l'un de ces tubes est placé dans le milieu dont on veut déterminer la température, l'autre est en dehors et soumis à la température ordinaire. Les franges occupent des positions qui varient avec les températures; on peut, en faisant varier la pression du gaz soumis à la température ordinaire, ramener le système de franges à la position qu'il occuperait si, dans les deux tubes, le gaz avait la même pression et la même température. De la variation de pression, on déduit aisément la température cherchée, en se basant sur la proportionnalité qui existe entre la réfraction et la densité, quelles que soient les causes de variation de celle-ci. Les expériences de vérification, basées sur la détermination des points d'ébullition de divers corps, ont montré que la méthode proposée présente une grande exactitude. Elle est intéressante en ce qu'elle est indépendante de la forme et du volume du récipient qui contient le gaz; seules, les positions des points d'entrée et de sortie du faisceau dans le gaz chaud, doivent être bien déterminées; aussi, semble-t-il que cette méthode pourra être utilisée dans les opérations industrielles.

V

La détermination des coefficients qui caractérisent certaines propriétés des corps a été l'objet de diverses recherches; parmi celles-ci, nous citerons l'étude de la chaleur de vaporisation, faite par le Professeur Ramsay et Mlle Dorothy Marschall. Dans leurs expériences, le liquide à vaporiser est placé dans un tube plongé dans une atmosphère de la vapeur du même liquide, de telle sorte que, après un certain temps, le liquide est porté à son point d'ébullition. Dans ce liquide se trouve une spirale de platine dans laquelle on fait alors passer un courant : la chaleur qui se dégage sert entièrement à provoquer le changement d'état. Une pesée donne la quantité de liquide vaporisé; pour déterminer la quantité de chaleur correspondante, on répète une expérience analogue avec un liquide dont la chaleur de vaporisation est connue, comme l'eau ou l'alcool. Il est clair qu'on peut alors calculer aisément la chaleur de vaporisation du liquide étudié.

MM. P. J. Hartog et J. A. Harker se sont occupés spécialement de la chaleur de vaporisation de l'eau sous la pression atmosphérique : ils ont employé l'appareil de M. Berthelot, mais ont adopté des dispositions spéciales pour obtenir un rayonnement constant pendant les diverses phases de l'opération. Le nombre 525, qu'ils ont obtenu ainsi, est inférieur à celui qui a été donné par Regnault; mais il satisfait bien à la relation théorique en admettant, pour les autres données qui y entrent, les valeurs fournies par les recherches les plus récentes.

La mesure de la chaleur spécifique de l'eau a été

l'objet de plusieurs séries de travaux : on sait, d'ailleurs, que la question est importante, puisque cette donnée est liée à la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur. Nous ne pouvons entrer dans le détail des expériences et nous nous bornerons à citer quelques résultats obtenus.

Des recherches de M. Griffiths on déduit, pour la valeur de l'équivalent mécanique de la calorie, le nombre 427 kilos 25, qui ne diffère que de $\frac{1}{930}$ de la valeur trouvée par Rowland, et de $\frac{1}{4280}$ de celle due à Joule. MM. A. Schuster et William Gannon ont trouvé un nombre très voisin de celui de M. Griffiths.

On est peu renseigné sur la chaleur spécifique des liquides en surfusion et l'on ne peut guère citer que les recherches faites par M. Martinetti pour l'eau juqu'à la température de — 6°. M. Louis Bruner s'est proposé d'obtenir des résultats sur une plus grande étendue en opérant sur des liquides organiques : il a choisi le thymol, dont le point de fusion est 49°,5, et le paracrésol, qui fond à 33°. Pour le premier, il a pu maintenir la surfusion jusqu'à 9° ; pour le second jusqu'à 6°. Il serait sans intérêt, dans ce rapide résumé, de reproduire les nombres qu'il a obtenus, et nous nous bornerons à dire que, pour ces deux corps, la courbe représentative tourne sa concavité vers l' ∞ positif.

Le même auteur a étudié, d'autre part, la chaleur de solidification de l'hydrate de bromal, et il a vérifié que, comme l'a indiqué M. Berthelot, ce corps, quoique cristallisé, ne revient pas immédiatement à l'état d'équilibre moléculaire définitif et qu'il ne rend que peu à peu la chaleur qu'il a absorbée lors de la fusion. L'hydrate de bromal ne se dissolvant dans l'eau qu'avec une faible absorption de chaleur, il a utilisé l'action de la potasse, qui décompose ce corps en bromoforme et formiate de potasse. Il a reconnu que la quantité de chaleur dégagée varie avec le temps qui s'est écoulé depuis la solidification : ainsi la réaction, qui dégage 12 calories environ avec l'hydrate de bromal non fondu, en dégage 14,68 si l'on opère sur un échantillon solidifié depuis une heure et broyé, et en dégage jusqu'à 16,12 après le même temps si le corps n'a pas été broyé. Les différences mesurent les quantités de chaleur qui avaient été retenues. En faisant varier les conditions, on reconnaît que la chaleur retenue n'est rendue que successivement et avec une vitesse variable suivant le cas.

M. L. Bruner a étudié le thymol et le menthol au même point de vue et n'a rien trouvé d'analogue : il y a là un phénomène intéressant, qu'il serait curieux de voir étudier sur d'autres corps.

La détermination de la température du maximum de densité de l'eau a donné lieu à diverses recherches. MM. Anderson et Mac Cleland ont étudié l'influence de la pression et, en se servant du dilatomètre, ils ont obtenu les températures de 4°,1844 : 4°,1823 et 4°,1756 respectivement, pour des pressions de 1 atmosphère, 1,5 atmosphère et 2 atmosphères.

M. de Coppet a borné ses recherches à l'étude du phénomène à la pression ordinaire ; mais il en a minutieusement discuté les conditions. Il a employé la méthode primitive de Hope et de Tralles, reprise plus tard par Despretz ; mais il a reconnu que l'observation des thermomètres, par le refroidissement seul du liquide ou par son seul réchauffement, entraînait nécessairement une cause d'erreur, et qu'il fallait combiner les deux actions et coupler les résultats obtenus. Il a fait un grand nombre de mesures, desquelles, toutes corrections faites, il a déduit la valeur de 3°,982 pour la température du maximum de densité de l'eau : ce nombre se rapproche beaucoup de ceux donnés par M. Scheel, 3°,960, et par M. Krestlung, 3°,973.

La connaissance du point critique peut être utilisée pour reconnaître la pureté des corps sur lesquels on opère. M. Pictet, qui a fait des recherches à ce sujet, a reconnu que cette méthode donne des résultats très supérieurs à ceux que fournit la détermination de leur point d'ébullition : d'après ce savant, la sensibilité serait de 10 à 60 fois plus grande. C'est ainsi que, pour le chloroforme pur, auquel on ajoutait une petite quantité d'alcool, le point critique a passé de 258°,8 à 253°, soit une différence de 3°,8, tandis que la température d'ébullition variait seulement de 0°,1 à 0°,2. Pour le chloréthyle, auquel on mélangeait également de l'alcool, le point critique s'abaissait de 6°, tandis qu'il n'y avait qu'une variation de 0°,6 pour le point d'ébullition. Enfin, pour le pental, qu'on additionnait d'aldéhyde, l'abaissement du point critique était de 1°,7 ; le point d'ébullition se déplaçait de moins de 0°,1. Il y a là une constatation qui peut rendre des services dans certains cas.

Cette influence notable des impuretés par rapport au point critique a été étudiée, à un autre point de vue, par M. J.-P. Kuenen, qui attribue à des matières étrangères des phénomènes singuliers observés par divers auteurs et desquels M. Galitzine avait conclu que, au-dessus de sa température critique, l'éther sulfurique peut exister sous deux états de densité très différente. En opérant sur de l'éther purifié avec le plus grand soin, M. Kuenen a observé des différences vingt fois moins considérables que celles qu'avait signalées M. Galitzine ; M. Kuenen pense que ces différences, faibles d'ailleurs, sont dues probablement à ce que, au moment de la fermeture du tube à la lampe, une petite quantité d'éther serait décomposée par l'action de la chaleur.

M. Villard est arrivé à des résultats analogues ;

en opérant sur des gaz très purs, protoxyde d'azote, acide carbonique, dans un appareil semblable à celui employé précédemment par MM. Cailletet et Colardeau, il a été conduit à conclure que l'appareil contient un fluide homogène : il n'y a donc qu'une seule densité. Suivant cet auteur, les résultats opposés qui ont été signalés doivent être expliqués par des impuretés : un calcul simple montre que la présence d'un gaz étranger, même en quantité minime, suffit à expliquer les irrégularités constatées.

M. Villard a exécuté d'autres expériences du même genre, dans lesquelles il a utilisé la dissolution de l'iode dans l'acide carbonique; il en a conclu notamment que l'acide carbonique en vapeur, pour se colorer par l'iode, n'a pas besoin d'être saturé, encore moins d'être mélangé de liquide.

M. Pictet opérant sur des dissolutions éthérées de divers solides, de bornéol, par exemple, a vu que, à la température critique, alors que toute la masse devenait gazeuse, aucun dépôt de solide ne se produit : doit-on en conclure que, dans ce cas, à une température inférieure au point de fusion du solide et malgré la pression, le solide passe tout entier à l'état gazeux et se mélange à la vapeur? M. Pictet ne le pense pas, et, reprenant une hypothèse qu'il avait formulée antérieurement, il admet que la liquéfaction des gaz peut se faire de deux façons : au-dessous du point critique, à la pression de la vapeur saturée, ou au-dessus du point critique; mais alors l'équilibre obtenu n'est pas stable, il se produit seulement de petites gouttelettes qui disparaissent successivement par évaporation, mais qui sont remplacées immédiatement par d'autres gouttelettes qui prennent naissance. Dans le cas de l'expérience citée plus haut, le bornéol serait en dissolution dans ces gouttelettes liquides.

On voit que les recherches de M. Villard sont en contradiction avec cette hypothèse.

M. James Chappuis a pensé que l'indice de réfraction devait présenter un changement caractéristique à la température critique; en employant la méthode interférentielle dont nous avons parlé plus haut, il a étudié la variation de l'indice de réfraction de l'acide carbonique en le comparant à celui de l'eau. Il a trouvé que de 35° à 31°,61 il n'y a pas de variation dans les franges : la réfraction ne change pas; mais, au-dessous de cette dernière température, les franges se déplacent : la réfraction diminue. C'est ce changement qui caractériserait le point critique, dont la température serait ramenée à 31°, 40 après les corrections exigées par le thermomètre employé : cette valeur est très voisine de celle de 31°,35 donnée par M. Amagat.

VI

Le phénomène de la dissolution des solides dans les liquides présente un intérêt surtout en ce qu'il est insuffisamment connu actuellement; avant de pouvoir en faire une théorie complète, il faut avoir des données numériques nombreuses et précises. Dans cet ordre d'idées nous signalerons les recherches de M. Étard, qu'il est impossible de résumer, car les résultats obtenus consistent, en somme, dans le tracé de courbes de solubilité; disons seulement que M. Étard est arrivé à représenter les faits plus simplement qu'on ne le faisait auparavant, en prenant pour coefficient de solubilité le poids du sel compris non dans 100 parties d'eau, mais dans 100 parties de la solution saturée.

M. G. Charpy s'est également occupé des solutions : pour caractériser la concentration, il prend le nombre de molécules du sel contenues dans 100 molécules du mélange, et il cherche la relation entre les densités et la concentration. Il est arrivé à cet énoncé simple : La densité d'une solution saline croît proportionnellement à la concentration, si l'on admet que le poids moléculaire de l'eau à 0° est environ de 3×18.

M. J. de Kowalski a cherché à vérifier la théorie de la miscibilité des liquides de Van der Waals, théorie d'après laquelle le mélange peut se faire à une certaine pression, pourvu que celle-ci soit assez grande. Pour éviter des difficultés que présentait l'expérience, M. de Kowalski a employé les mélanges ternaires, et il est arrivé à penser que, probablement, il existe une température au-dessous de laquelle un mélange complet par compression est impossible.

On possède peu de renseignements précis sur les liquides troubles et les gaz nébuleux, c'est-à-dire les liquides qui contiennent des particules solides en suspension, émulsions, liquides écumeux, et sur les gaz qui contiennent en suspension des particules solides ou liquides. M. Garcia de la Cruz a étudié les propriétés mécaniques de semblables mélanges, et il est arrivé à ce résultat simple, et qui nous paraît mériter d'être signalé spécialement, que ces mélanges se comportent à ce point de vue comme des liquides clairs ou des gaz également clairs, dont la densité serait la densité moyenne du corps considéré, c'est-à-dire le quotient de la somme des masses mélangées par le volume du mélange.

VII

L'étude des variations des propriétés magnétiques, a donné lieu à divers travaux parmi lesquels nous signalerons les importantes recherches de M. Ewing, déjà analysées dans la *Revue*[1].

[1] *Rev. gén. des Sc.*, 1895, p. 385.

M. Curie a étudié le fer doux à ce point de vue entre 20° et 1350° et a signalé que des variations rapides se manifestaient particulièrement vers 750, 860 et 1280°; cette remarque est intéressante, parce que ces températures sont à peu près celles pour lesquelles on a été conduit à admettre que ce métal subit des modifications allotropiques.

M. Pictet a recherché l'influence du froid sur l'aimantation de l'acier, et il a trouvé que la force portante augmente quand la température diminue: pour un barreau aimanté, du poids de 490 grammes environ, dont, à l'aide d'une balance, il mesurait la force portante à travers une lame de glace de 3 millimètres, il a trouvé que cette force, qui était de 57 grammes à 30°, atteignait 65 grammes à — 30° et 76 à — 105°.

Les propriétés chimiques du fer et de l'acier varient avec l'aimantation; pour ce dernier corps, M. T. Andrews a reconnu que la corrosion par le chlorure cuivreux était supérieure de 3 °/₀ pour l'acier aimanté à sa valeur pour l'acier non aimanté. Cette différence d'action, qui avait déjà été signalée, conduisait à penser que, dans un même liquide, entre le fer aimanté et le fer non aimanté, il doit exister une certaine force électromotrice : la question a été étudiée avec soin par M. Hurmuzescu, qui a cherché à éviter les causes principales d'erreur en prenant pour électrodes de fins fils de métal, pour avoir plus d'homogénéité, et en mesurant les forces électromotrices à l'aide d'un électromètre capillaire. Il a opéré sur le fer, le nickel et le bismuth, qu'il plongeait dans des solutions très faibles d'acide acétique ou d'acide oxalique.

L'un des fils était placé dans un champ magnétique dont la valeur a varié de 400 à 7.000 unités CGS; l'autre fil était en dehors du champ.

M. Hurmuzescu a trouvé d'abord que, pour le fer et le nickel, l'électrode aimantée est toujours positive par rapport à l'autre, tandis que c'est l'inverse pour le bismuth. D'autre part, la force électromotrice croît avec l'intensité du champ magnétique, variant pour le fer de 5 à 229 dix-millièmes de volt. Ce sont là des résultats intéressants.

MM. Cailletet et Colardeau ont étudié un effet particulier qui se produit dans l'électrolyse : la condensation des gaz sur les électrodes métalliques. On sait que, dans l'électrolyse de l'eau acidulée, les gaz oxygène et hydrogène n'apparaissent pas immédiatement sur la surface des électrodes en platine : ils y existent cependant à l'état de condensation, puisque, si on réunit ces électrodes par un fil conducteur, celui-ci est traversé par un courant d'une très courte durée d'ailleurs. MM. Cailletet et Colardeau ont pensé que les effets seraient augmentés si l'on substituait de la mousse de platine aux lames ordinairement employées et qu'ils seraient plus considérables encore si l'on opérait sous pression; ces prévisions ont été justifiées par des expériences dans lesquelles la pression s'est élevée jusqu'à 600 atmosphères : dans ces conditions l'appareil est devenu un puissant accumulateur d'énergie électrique. La force électromotrice, qui est environ de 1,8 volt, décroît d'autant plus lentement que la pression est plus considérable; cette chute de potentiel n'est pas continue d'ailleurs : elle est rapide au début jusqu'à ce que la force électromotrice atteigne 1 volt environ, puis reste constante pendant un temps d'autant plus long que la pression est plus forte, et décroît ensuite lentement jusqu'à 0°.

En calculant la capacité d'un accumulateur ainsi formé, MM. Cailletet et Colardeau ont trouvé que, en la rapportant à 1 kilogramme de mousse de platine, elle est de 56 ampères-heure pour une pression de 580 atmosphères. Le rendement serait très élevé, car il atteindrait 95 à 98 °/₀, à la condition de ne pas pousser la charge jusqu'à ses dernières limites et en lui faisant succéder immédiatement la décharge.

Des effets analogues ont été observés pour l'iridium, le ruthénium, le palladium. Pour ce dernier métal, les résultats sont supérieurs à ceux que donne le platine : la capacité de 1 kilogramme de mousse de palladium est de 176 ampères-heure à la pression de 600 atmosphères. Pour les autres métaux essayés et le charbon, l'action est du même genre, mais il se produit en même temps une altération chimique qui trouble le phénomène.

VIII

Les actions chimiques exercées par les courants ont été utilisées dans nombre de circonstances et ont donné lieu à d'importantes applications industrielles ; mais elles peuvent être nuisibles également. Tel est le cas qui peut se produire, qui s'est produit, lorsque, dans une ligne de tramways, le retour se fait par la terre : des actions électrolytiques se manifestent et peuvent donner lieu à une attaque de tous les circuits métalliques placés dans le sol et pouvant servir de conducteurs à des courants dérivés : les canalisations d'eau, de gaz, les câbles à armature en plomb peuvent être corrodés. Le fait a été signalé aux États-Unis et récemment encore à Londres. Ces actions ont donné lieu à diverses recherches parmi lesquelles nous signalerons un important mémoire de M. Farnham, qui a donné lieu à une intéressante discussion devant la Société américaine des Ingénieurs civils. D'autre part, le major Cardew a

vérifié directement que la perte à la terre, dans un système de distribution de l'électricité par courants alternatifs de haute tension, peut donner lieu à travers la terre à un courant de direction unique, de telle sorte que ce système de distribution ne met pas à l'abri des inconvénients que nous signalions plus haut.

L'action chimique des courants a été ingénieusement utilisée par M. Janet pour l'étude des courants alternatifs. Sur un cylindre enregistreur on enroule une feuille de papier imprégnée d'une solution de ferrocyanure de potassium et d'azotate d'ammoniaque : un stylet en fer frotte sur le papier : le stylet et le cylindre sont mis en communication respectivement avec deux points entre lesquels existe une différence de potentiel alternative. Chaque fois que le courant passera, on obtiendra une trace bleue sur le papier, trace dont l'épaisseur variera avec l'intensité du courant, tandis que la coloration ne se produira pas quand le courant sera interrompu. On aura donc, si le cylindre tourne assez vite, une ligne discontinue dont les maxima, très nets, correspondront aux maxima de la différence de potentiel. Comme M. Janet l'a montré pour un certain nombre de cas, cette méthode se prête très bien à l'étude des courants alternatifs.

M. Janet a, d'ailleurs, perfectionné sa méthode en étudiant la signification précise des traits obtenus : en employant une série de stylets qui présentent entre eux des différences de potentiels déterminées, on obtient des tracés présentant la même disposition générale, mais dont les traits ont des longueurs variant d'un stylet à l'autre. La comparaison de ces traits permet d'obtenir exactement la courbe représentative de la loi du courant considérée. Nous ne pouvons insister sur ce fait, et nous dirons seulement, comme on l'a fait remarquer, que c'est l'application, dans un cas tout différent, du principe sur lequel M. Marcel Deprez a basé son indicateur de pression pour les machines à vapeur.

Le problème dont M. Janet a donné une solution présente une grande importance; aussi a-t-il sollicité l'attention des physiciens; nous ne nous arrêterons pas, faute d'espace, aux solutions mécaniques indiquées par M. Flemming et par M. Hicks, mais nous signalerons des procédés basés sur l'action produite sur la lumière polarisée.

M. Pionchon emploie un saccharimètre à pénombre; entre l'analyseur et le polariseur, il place un tube contenant, soit du sulfure de carbone, soit mieux une solution d'iodure de mercure et d'iodure de potassium, et entouré d'un solénoïde dans lequel on fait passer le courant à étudier. Les éclairements varient avec l'intensité du courant et changent à chaque instant; mais, au moins pour les courants industriels, ces variations sont très rapides et ne peuvent être perçues; on arrive à les distinguer par la méthode stroboscopique, et, en réglant la période de visibilité convenablement par rapport à la période du courant, on peut suivre avec facilité les changements, qui paraissent se produire lentement.

M. A. C. Crehore se base sur le même principe : un tube contenant du sulfure de carbone et entouré d'un solénoïde traversé par le courant, est placé entre un analyseur et un polariseur sur lequel arrive un faisceau de lumière blanche. La lumière, à sa sortie de l'analyseur, traverse un prisme; il se produit un spectre dans lequel apparaît une raie obscure dont la position dépend de l'intensité du champ magnétique : cette raie se déplace donc périodiquement, ses déplacements suivant les variations d'intensité du courant. Si donc on projette ce spectre sur une plaque photographique, qui se déplace uniformément dans une direction perpendiculaire au spectre, on obtiendra une courbe correspondant à l'ensemble des positions de la raie noire et dont l'étude fera connaître la loi de variation du courant.

Les courants hertziens ont donné lieu à des travaux dont beaucoup sont intéressants, mais qui sont tellement nombreux qu'il est impossible de les citer tous et qu'il est difficile de choisir. Nous dirons seulement que, d'une manière générale, les analogies, signalées dès le début, avec les phénomènes lumineux se multiplient, que les interférences sont obtenues dans des conditions variées, que les indications sur les longueurs d'onde se précisent, que des effets ont été observés qui prouvent l'existence de la double réfraction, que, par l'emploi de réseaux en grils convenablement disposés, on a pu mettre en évidence des faits qui doivent être rapportés à la polarisation circulaire; que les mesures d'indice de réfraction se multiplient et donnent des résultats concordants, soit entre eux, soit avec l'application de la loi de Maxwell, etc.

Nous regrettons de ne pouvoir insister et d'être obligé de passer sous silence les noms des savants qui ont obtenu d'intéressants résultats. Mais la question est trop importante et mériterait une étude d'ensemble; outre que cette étude sera plus utile, croyons-nous, dans quelque temps, alors que certains points seront mieux précisés, il serait fâcheux de l'écourter, et il nous paraît préférable de la réserver.

C.-M. Gariel,

Professeur de Physique
à la Faculté de Médecine de Paris,
Membre de l'Académie de Médecine.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

Nouveau système de distribution d'électricité : système monocyclique du Dr L. Bell

Les courants immédiats produits par une machine dynamo sont des courants alternatifs, c'est-à-dire que les courants qui passent dans une section donnée de l'induit sont, à chaque instant, différents en intensité et en signe. Pour recueillir des courants continus, il faut une disposition particulière. Il semble donc que l'emploi de l'électricité sous cette dernière forme ait dû être postérieur à l'emploi des courants alternatifs. Et cependant, pendant longtemps, ces derniers courants ont été très peu en faveur. On en citait de rares applications. Quelles étaient les causes de cette exclusion ? Elles étaient assez nombreuses. Les courants alternatifs étaient relativement mal connus, ils jetaient les électriciens dans de cruels embarras en se mettant, à chaque instant et comme à plaisir, en contradiction avec toutes les lois de la physique électrique. Mal connus, ils étaient mal conduits et mal réglés. Aussi peut-on citer d'anciennes stations à courants alternatifs qui ont un rendement déplorable, moins de 50 %, dit le Dr Louis Bell dans un mémoire que nous citerons tout à l'heure; en ces stations, le réglage de la tension est aussi absolument mauvais et tout à fait

Fig. 1. — *Distribution monocyclique à deux fils. — Poids de cuivre employé* = 100. — Les fils sont ici représentés schématiquement par les deux lignes parallèles horizontales. Perpendiculairement à ces lignes se voient trois fils secondaires alimentant chacun une lampe.

intolérable. Ces exemples sont surtout nombreux chez les Américains, qui, plus audacieux que nous, se sont lancés dans l'inconnu avec moins d'hésitation. En outre, les courants alternatifs ne pouvaient être appliqués ni pour l'électrolyse, ni pour produire la force motrice, etc. Ils semblaient cependant posséder — par exemple, pour les transports de force à grandes

Fig. 2. — *Distribution à trois fils. — Poids de cuivre employé* = 31,25.

distances — certains avantages tellement importants que les chercheurs et les inventeurs ne les ont point abandonnés. Et nous avons assisté à une sorte de renaissance des courants alternatifs d'abord lente et contestée, aujourd'hui bruyante et absolument reconnue. A mesure que notre expérience s'est fortifiée, nous avons été conduits à adopter des modes divers de distribution : distribution par courants alternatifs simples à 2 et 3 fils, distribution par courants polyphasés, etc. Chacun de ces systèmes offre ses avantages et ses inconvénients, qui diffèrent d'ailleurs selon l'usage que l'on fait de l'électricité produite. Il arrive souvent même que telle modification, qui est un avantage lorsqu'il s'agit d'une distribution de lumière, est un ennui dans une distribution de force motrice. Les stations d'électricité ayant un grand intérêt, au point de vue de la bonne utilisation de leur matériel, à distribuer en même temps la lumière et la force, les recherches continuent donc toujours dans le but de trouver un système qui satisfasse également bien à cette double condition.

Le Dr Louis Bell a lu dernièrement devant la *Cleveland Convention* un mémoire dans lequel il expose les avantages d'un système de distribution qu'il appelle *système monocyclique*. L'auteur commence par examiner en quelques lignes les systèmes principalement appliqués jusqu'à ce jour. Suivons-le.

La figure 1 représente schématiquement la distribution à *deux* fils par courants alternatifs simples. En regard est inscrit un nombre proportionnel au poids de cuivre employé, la puissance transmise restant la même ainsi que la perte en ligne. Admettons le chiffre 100 pour ce premier système.

La distribution à *trois* fils par courants alternatifs simples (fig. 2) ne demande qu'un poids de cuivre égal à 31,25, en admettant que le fil neutre n'ait qu'une

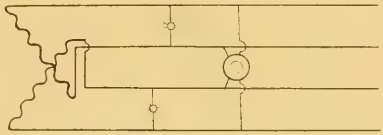


Fig. 3. — *Distribution biphasée à quatre fils. — Poids de cuivre employé* = 100. Entre les deux fils horizontaux médians est figurée la dynamo produisant le courant biphasé. Les deux fils secondaires perpendiculaires alimentent chacun une lampe.

section équivalente à la moitié de la section de chacun des fils extrêmes. Ce système est donc excessivement économique, et par suite recommandable, au moins pour la production de la lumière. Nous n'insistons pas sur quelques détails de réglage. Malheureusement, comme tous les systèmes à courants alternatifs

Fig. 4. — *Distribution biphasée à trois fils. — Poids de cuivre employé* = 72,8.

simples, il se prête assez mal à la conduite des moteurs. Sous ce dernier rapport, les courants polyphasés sont préférables : on emploie les courants biphasés ou triphasés avec canalisation à 3 ou 4 fils.

La figure 3 représente la distribution à 4 fils par courants biphasés. Le poids de cuivre est égal à 100. C'est beaucoup. En outre, si les deux circuits sont employés à l'éclairage et si les deux charges ne sont pas égales, les pertes sont différentes et le voltage n'est plus constant aux bornes des lampes. Lorsqu'on veut le régler, on est conduit à des solutions coûteuses et peu pratiques, les deux circuits recevant la même excitation.

La canalisation à *trois* fils par courants biphasés (fig. 4) demande moins de cuivre — 72,8 — et semble, *à priori*, offrir certaines facilités de réglage. Mais des phéno-

mènes secondaires interviennent, dus au décalage de phase d'un circuit par rapport au circuit voisin : par exemple, à charge égale, la perte en ligne n'est pas la même sur l'un et l'autre circuit.

Le système triphasé, à *trois* circuits *distincts*, est théoriquement possible, mais il n'est pas appliqué. On adopte généralement le dispositif représenté par la figure 5. Le poids de cuivre exigé est de 75. Les lampes se branchent entre deux quelconques des fils. L'inégalité

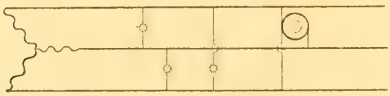


Fig. 5. — *Distribution triphasée à trois fils. — Poids de fil employé* = 75.

de charge des circuits peut faire naître des différences de voltage qu'il est malaisé de compenser.

Enfin, on peut employer, pour chaque circuit de la canalisation triphasée, un système analogue au système à trois fils de la figure 2. En confondant en un seul les trois fils neutres, on a finalement le système triphasé

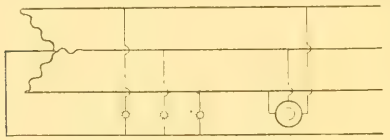


Fig. 6. — *Distribution triphasée à quatre fils. — Poids de cuivre employé* = 29,2.

à quatre fils (fig. 6), qui permet de marcher à une tension plus élevée et donne lieu à une économie considérable de cuivre, puisque le poids de ce métal ne dépasse pas 29 $^1/_2$, lorsque le fil neutre n'a qu'une section égale à la moitié de la section des fils extrêmes. Ce système a été appliqué avec succès à Saint-Hyacinthe (Canada).

Fig. 7. — *Distribution monocyclique dite à deux fils. — Poids de cuivre* = 100. — AB, enroulement principal. — OC, enroulement auxiliaire.

En résumé, la distribution par courants alternatifs simples est d'une grande simplicité, mais se prête mal à la conduite des moteurs. Les courants polyphasés, au contraire, résolvent cette dernière question, mais exigent des circuits plus compliqués et donnent lieu à un réglage un peu difficile. Le *système monocyclique*

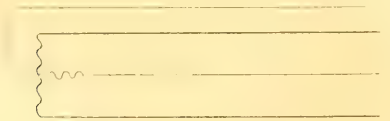


Fig. 8. — *Distribution monocyclique dite à trois fils. — Poids de cuivre* = 31,25.

participe à la fois des deux précédents, et il a la prétention de posséder *tous* leurs avantages sans offrir aucun de leurs inconvénients. En principe, il consiste, étant donné un réseau à courants alternatifs simples, à créer à côté de lui d'autres circuits qui seront uniquement employés pour la conduite des moteurs, et dont les forces électromotrices seront décalées d'une quantité voulue par rapport à la force électromotrice du circuit principal. Dans ce but, l'induit de l'alternateur porte, outre l'enroulement principal, un enroulement auxiliaire attaché par une de ses extrémités au milieu du premier enroulement et produisant une force électromotrice dont la valeur est déterminée à l'avance par des considérations que nous énumérerons tout à l'heure. Les forces électromotrices des deux enroulements ont une différence de phase de 90°. La

Fig. 9. — *Composition des forces électromotrices principale* (OA_1, OB_1) *et secondaire* (OC_1). — Od_1, Od_2, *résultantes.*

figure 7 représente un schéma d'une distribution monocyclique où le circuit de lumière est à deux fils, et, pour cela, dite elle-même à deux fils.

Si nous représentons à un moment donné la différence de potentiel entre les points O et A (fig. 7) par E sin αt, nous aurons au même moment :

$$\text{Diff. pot. } OC = e \sin\left(\alpha^t + \frac{\pi}{2}\right),$$

$$\text{Diff. pot. } OB = -E \sin \alpha t ;$$

et, par suite,

$$\text{Diff. pot. } AC = -E \sin \alpha t + e \sin\left(\alpha t + \frac{\pi}{2}\right),$$

$$\text{Diff. pot. } BC = E \sin \alpha t + e \sin\left(\alpha t + \frac{\pi}{2}\right).$$

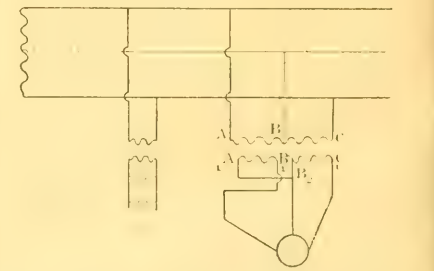


Fig. 10. — *Distribution monocyclique à deux fils avec lampes et moteur triphasé.* — En bas, à droite, dynamo fournissant le courant triphasé. — A, B, C, bornes primaires; A_1, B_1, C_1, bornes secondaires du transformateur. — En bas, à gauche, lampes placées dans le circuit secondaire.

Nous pouvons écrire :

$$-E \sin \alpha t + e \sin\left(\alpha t + \frac{\pi}{2}\right) = F_1 \sin (\alpha t + n_1$$

$$E \sin \alpha t + e \sin \left(\alpha t + \frac{\pi}{2}\right) = E_2 \sin (\alpha t + n_2),$$

ou :

$$-E \sin \alpha t + e \cos \alpha t = E_1 \cos n_1 \sin \alpha t + E_1 \sin n_1 \cos \alpha t,$$
$$E \sin \alpha t + e \cos \alpha t = E_2 \cos n_2 \sin \alpha t + E_2 \sin n_2 \cos \alpha t,$$

ou bien encore :

$$\begin{cases} -E = E_1 \cos n_1 \\ \quad e = E_1 \sin n_1 \; ; \end{cases}$$
$$\begin{cases} E = E_2 \cos n_2 \\ \quad e = E_2 \sin n_2. \end{cases}$$

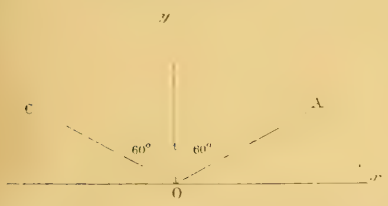


Fig. 11. — *Forces électromotrices aux bornes primaires du transformateur dans la distribution monocyclique de la fig.* 10.

Par conséquent, si nous donnons à priori n_1, c'est-à-dire la différence de phase entre la force électromotrice résultante AC et la composante OA, nous tirons successivement les valeurs de e, E_1, n_2, E_2, au moyen des équations :

$$\begin{cases} e = -E \operatorname{tg} n_1 \\ E_1 = -\dfrac{E}{\cos n_1} \\ \operatorname{tg} n_2 = \dfrac{e}{E} = -\operatorname{tg} n_1 \\ E_2 = \dfrac{E}{\cos n_2}. \end{cases}$$

Nous pouvons donc, par un choix convenable de l'enroulement auxiliaire, obtenir une différence de phase quelconque entre les divers circuits.

Le procédé graphique nous aurait amené d'une manière plus rapide et plus frappante, aux mêmes résultats qui sont résumés dans la figure 9. Les angles sont comptés à partir de l'axe OX ; le droites OA_1, OB_1, OC_1, représentent les forces électromotrices maxima entre les points O et A, O et B, O et C (fig. 7) et tournent autour du point O (fig. 9). Les résultantes (AO, OC) et (BO, OC) (fig. 7) sont données respectivement à l'instant t par les droites Od_1, Od_2 (fig. 9). Les angles n_1 et n_2 sont indiqués sur la même figure.

La relation suivante peut généralement être adoptée : Les forces électromotrices résultantes sont décalées de plus et moins 60° par rapport à la force électromotrice de l'enroulement auxiliaire. Dans ces conditions, il est facile d'obtenir des courants triphasés au moyen d'un groupement convenable des secondaires des transformateurs. Supposons que la distribution soit faite suivant le schéma de la figure 10. Si, à un moment donné, la force électromotrice de l'enroulement auxiliaire est dirigée suivant Oy (fig. 11), les forces électromotrices BA et BC de la figure 10 sont représentées par OA et OC (fig. 11). Donc, aux bornes des secondaires, en admettant que les différences de phases n'ont pas changé :

Force élect. C_1B_2 de la fig. 10 est représentée par OC_1 (fig. 12)
Force élect. A_1B_1 de la fig. 10 est représentée par OA_1 (fig. 12)

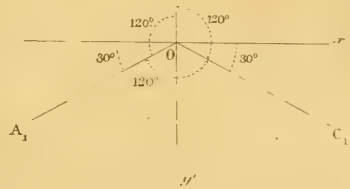


Fig. 12. — *Forces électromotrices aux bornes secondaires du transformateur.*

et la résultante $C_1B_2 + A_1B_1$ étant dirigée suivant Oy', la force électromotrice B_1C_1 l'est suivant Oy. Les angles C_1Oy, yOA_1, A_1OC_1 sont égaux à 120° ; nous avons par conséquent trois bornes C_1 A_1 B_1 (fig. 10), pouvant être reliées aux trois bornes un moteur triphasé.

Des dimensions différentes de l'enroulement auxiliaire nous auraient permis d'obtenir deux forces électromotrices décalées de 90° et de commander par suite des moteurs biphasés.

Les circuits peuvent évidemment être établis de beaucoup d'autres manières. La figure 13, par exemple, montre une distribution monocyclique à deux fils avec réseau secondaire à trois fils. Ici les transformateurs sont montés de façon à reproduire exactement la disposition des deux enroulements de l'alternateur, le transformateur AB correspondant à l'enroulement principal, le transformateur CD à l'enroulement auxiliaire. Les moteurs, branchés sur de tels circuits, peuvent parfaitement être des moteurs monophasés. Le fil auxiliaire sert simplement à provoquer le démarrage ; après quoi, il est séparé du moteur. Le système monocyclique est, en somme, l'extension, à tout un réseau, du circuit auxiliaire que l'on est obligé de créer pour chaque moteur monophasé, alimenté par des courants alternatifs simples, en décalant le courant au moyen d'un artifice quelconque, bobine à self-induction, condensateur, etc. Remarquons qu'il est possible et même avantageux de ne jamais supprimer complètement le circuit auxiliaire. Il suffit de disposer les enroulements de telle sorte que ce circuit n'absorbe que très peu de courant, lorsque le moteur tourne à sa vitesse normale. De cette façon, si, pour une raison quelconque, une surcharge brusque est appliquée et que la vitesse diminue, le troisième fil redevient actif et tend à rendre au moteur sa marche normale.

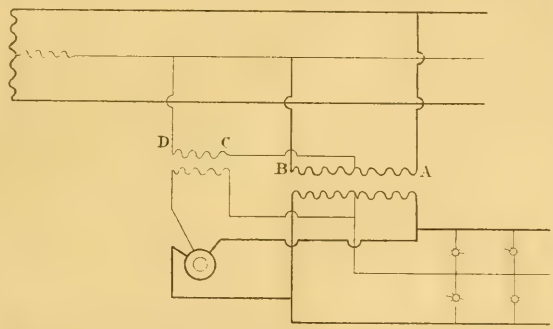


Fig. 13. — *Distribution monocyclique à deux fils avec réseau secondaire à trois fils.* — AB, transformateur correspondant à l'enroulement principal. — CD, transformateur correspondant à l'enroulement auxiliaire.

Quant à la valeur propre du système du Dr L. Bell, nous ne pouvons donner d'opinion personnelle, n'ayant aucun résultat d'exploitation sous les yeux.

A. Gay,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Cahen (E.). — **Sur la fonction $\zeta(s)$ de Riemann et sur des fonctions analogues** (*Thèse pour le doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 *vol. gr. in-4° de 93 pages. Gauthier-Villars et fils, Paris*, 1895.

On connaît les propriétés remarquables de la fonction $\zeta(s)$ introduite par Euler et appliquée depuis Riemann à l'étude de la distribution des nombres premiers. M. Cahen se propose de généraliser ces propriétés et de les étendre à d'autres séries de la forme $\sum \frac{\alpha_n}{n^s}$.

En premier lieu, l'auteur étudie les conditions générales de convergence des séries de la forme $\sum \alpha_n e^{-\lambda_n s}$, où les λ_n sont une suite quelconque de nombres positifs indéfiniment croissants, et constate l'existence d'une droite de convergence. Cette constatation ne laissait pas de présenter quelque difficulté, étant donné que la série n'est pas en général absolument convergente au delà de la droite en question.

Dans la seconde partie, M. Cahen revient à la fonction $\zeta(s)$ pour reprendre les résultats connus et en ajouter de nouveaux. Parmi ceux-ci, nous signalerons celui qui est relatif à la valeur asymptotique de la somme des logarithmes des nombres premiers inférieurs à la limite x, et qu'Halphen avait déjà cherché à établir. La démonstration ne peut être acceptée dès à présent comme complète, car elle suppose acquis le théorème sur la réalité des racines de la fonction $\xi(t)$ de Riemann, théorème qui n'a pu encore être prouvé rigoureusement. Mais l'auteur, avec raison, n'a pas vu là un motif suffisant pour passer sous silence l'analyse qu'il avait obtenue.

C'est dans la troisième partie qu'est introduit tout un ensemble de fonctions renfermant $\zeta(s)$ comme cas particulier. Ce sont les séries de la forme $\sum_{1}^{\infty} \frac{\alpha_n}{n^s}$ « périodiques », c'est-à-dire où les α_n se reproduisent de p en p.

Il est aisé de calculer le nombre des séries périodiques indépendantes, en excluant celles qui ne sont pas « premières », c'est-à-dire qui peuvent s'obtenir en multipliant d'autres séries de la même forme par des sommes d'un nombre fini de termes.

Parmi les séries ainsi trouvées, certaines possèdent des relations fonctionnelles tout à fait analogues à celle qui lie $\zeta(s)$ et $\zeta(1-s)$. De ce nombre est la série $\sum \frac{\left(\frac{n}{p}\right)}{n^s}$, où p est premier, $\left(\frac{n}{p}\right)$ étant le symbole de Legendre.

Relativement à ces séries, il est possible de construire une théorie tout à fait semblable à celle de la fonction $\zeta(s)$ en définissant une transcendante holomorphe qui correspond à la fonction $\xi(t)$ de Riemann. Il s'introduit également des fonctions qui jouent le rôle de la fonction $\psi(x) = \sum e^{-n^2\pi x}$, et par lesquelles, comme pour $\psi(x)$, on démontre des relations correspondant au changement de x en $\frac{1}{x}$, fonctions qui se rattachent d'ailleurs aux fonctions et au groupe modulaires.

En un mot, la théorie de la fonction $\zeta(s)$ ne doit pas être considérée comme isolée dans l'Analyse : un certain nombre de théorèmes démontrés sur cette fonction correspondent à des propriétés communes aux séries périodiques. Tel est le sens général du travail de M. Cahen et des résultats qu'il a présentés.

J. Hadamard.

Chalon (P.-F.), *Ingénieur des Arts et Manufactures*. — **Aide-Mémoire du Mineur.** — 1 *vol. in-12 de 270 p. avec fig.* (*Prix relié : 6 fr.*) *Baudry et Cie, éditeurs*, 15, *rue des Saints-Pères, Paris*, 1895.

En 270 pages de petit format, M. Chalon a condensé un grand nombre de renseignements utiles sur : les diverses espèces minérales, leurs formules d'achat et leurs méthodes d'essai; le programme d'une exploration, le sondage, l'abatage, le percement des galeries et le boisage, le fonçage des puits, la ventilation, l'éclairage, l'assèchement, les transports, l'extraction, la translation des ouvriers, les applications de l'air comprimé et de l'électricité, les méthodes d'exploitation, le levé de plans de mines, et la législation française des mines. Aux 17 chapitres dont se compose cet ouvrage, sont annexées des tables renfermant les principales données dont peut avoir besoin un ingénieur de mines pour la résolution des problèmes courants (lignes trigonométriques, puissances et racines, surfaces, flèches et cordes des arcs), y compris des tables de conversion des mesures françaises en mesures anglaises, espagnoles et russes, des tables de comparaison des divers thermomètres, et des tables de transformation des pentes par mètre en degrés du cercle, et inversement. Enfin, le volume se termine par un glossaire français-anglais-espagnol.

Par le nombre de renseignements numériques, de tableaux, de formules et d'indications de prix et de dimensions usuelles, condensés dans un petit format, cet ouvrage est appelé à rendre de grands services. Toutefois, on peut regretter qu'il soit, à certains points de vue, incomplet, particulièrement en ce qui concerne les mines de houille grisouteuses. L'exposé relatif à l'aménagement de ces mines, dans les chapitres de la ventilation et de l'exploitation, est loin de correspondre à toutes les exigences de la sécurité; d'autre part, les diverses lampes de sûreté ne sont guère considérées qu'au point de vue de leur pouvoir éclairant, et il n'est rien dit des explosifs de sûreté. A un autre point de vue, les formules relatives aux câbles plats à section décroissante en aloès, d'un usage si répandu en France et en Belgique, trouveraient peut-être utilement leur place dans cet Aide-mémoire. Enfin, en ce qui concerne l'aérage, et sans parler des résultats des derniers travaux de M. Murgue sur la résistance des galeries, qui ont fourni des données numériques précieuses, il est vraiment injuste de ne pas même faire mention du ventilateur Rateau, alors qu'une place honorable, parfaitement justifiée d'ailleurs, est faite aux ventilateurs Ser et Mortier.

E. de Billy,
Ingénieur au Corps des Mines,
Professeur à l'École des Mines de Saint-Étienne.

Hirsch (A.). — **Comptes rendus des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale,** *réunie à Innsbruck du 5 au 10 septembre 1894, rédigés en français et en allemand, suivis des* **Rapports sur les Travaux géodésiques accomplis dans les différents pays pendant la dernière année.** — 1 *vol. in-8° de 255 pages avec 7 cartes et planches. G. Reimer, éditeur, Berlin*, 1895.

2° Sciences physiques.

Istrati (Dr C.), *Professeur de Chimie à l'Université de Bucharest.* — **Cours élémentaire de Chimie,** *rédigé conformément à la nouvelle nomenclature proposée par le Congrès de Genève. Traduit d'après la deuxième édition roumaine par* **M. A. Adam,** *Professeur au Lycée de Charleville, avec une préface de* **M. Ch. Friedel,** *Membre de l'Institut.* — *1 vol. de 560 pages, avec 254 fig.* (*Prix : 12 francs.*) *G. Carré, éditeur, 3, rue Racine, Paris,* 1895.

Ainsi que l'annonce son titre, le traité de M. Istrati s'adresse aux commençants. Par un choix judicieux des corps décrits, par son exposition claire et méthodique, qui est rendue plus attrayante encore grâce à plus de 250 figures intercalées dans le texte, cet ouvrage est un des meilleurs qui ait paru dans ce genre, en ces dernières années.

Rédigé d'abord pour les besoins de l'enseignement en Roumanie, ce cours élémentaire aurait pu être écrit en français par l'auteur, qui a fait ses études à Paris et fut un des plus brillants élèves de M. Friedel. M. Istrati a préféré faire traduire son œuvre et confier la revision de la traduction aux soins de M. Adam, agrégé de l'Université, qui l'a complétée et enrichie dans plusieurs parties.

Il est superflu d'ajouter que la notation adoptée est la notation atomique. Dans sa magistrale préface, M. Friedel constate « que la théorie dite atomique... est enfin entrée d'une manière courante dans l'enseignement secondaire, comme dans l'enseignement supérieur, en France; mais ce n'est pas sans avoir fait préalablement la conquête de tous les autres pays, sauf l'Espagne, où la lutte semble n'être pas encore terminée ».

Le triomphe de la théorie atomique n'est pas aussi complet que semble le croire M. Friedel. Nombreuses, en effet, sont encore les chaires de lycées et de collèges où l'ancienne théorie des équivalents seule est d'un usage courant. Il en sera malheureusement ainsi, tant que l'enseignement sera subordonné aux exigences de nos Ecoles de Paris, toujours inspirées, il est vrai, par des personnalités éminentes, mais personnalités considérées comme les seuls arbitres dans les questions de doctrines et dont l'obstination à ne trouver bonnes que leurs méthodes a eu les conséquences les plus funestes et pour la science et pour l'industrie françaises.

Dans son *Essai sur l'Histoire générale des Sciences pendant la Révolution française* (1803), Biot disait : « Quelque sentiment que l'on conserve sur l'ancienne « Université de Paris, il faut convenir qu'elle était en « arrière de plusieurs siècles pour tout ce qui con- « cerne les sciences et les arts. Péripatéticienne « lorsque le monde savant avait renoncé, avec Des- « cartes, à la philosophie d'Aristote, elle devint carté- « sienne quand on fut newtonien..... »

Sans doute, il serait excessif de faire un rapprochement quelconque entre l'ancienne Université et l'Université actuelle, mais on ne saurait cependant s'empêcher de constater qu'il existe encore, dans certaines sciences, des traces de cette tendance d'esprit des siècles passés.

Le traité de M. Istrati a encore un autre mérite. On y trouve, dans l'exposé de la Chimie organique, l'application des principes de la nouvelle nomenclature, tels qu'ils ont été posés à Genève, en 1892, par une Commission internationale dont l'auteur faisait partie.

A notre connaissance, c'est le premier traité didactique élémentaire où l'on ait adopté cette nomenclature. La jeunesse désireuse de s'initier à cette méthode rationnelle trouvera donc dans ce livre un guide aussi sûr que clair et précis.

A. Haller,
Correspondant de l'Institut,
Directeur de l'Institut Chimique de Nancy.

Rey (Jean), *Docteur en médecine.* — **The Increase in Weight of Tin and Lead on calcination** (1630). — *1 vol. in-8°, crown de 56 pages.* (*Prix : cartonné : 1 fr. 90.*) *W. F. Clay, éditeur, 18, Teviot-Place. Edimbourg,* 1895.

Nous signalons avec plaisir au lecteur cette petite plaquette, faisant partie d'une collection des écrits principaux des anciens chimistes, que l'éditeur édimbourgeois William F. Clay a entrepris de réunir. L'œuvre de Jean Rey est de celles que la postérité aura toujours profit à consulter.

Jacquet (Louis), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Fabrication des Eaux-de-vie.** — *Un vol. petit in 8° de 228 pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, dirigée par M. Léauté, membre de l'Institut.* (*Prix : broché 2 fr. 50, relié 3 fr.*) *Gauthier-Villars et fils et Masson, éditeurs, Paris,* 1895.

Depuis longtemps, tous les ouvrages qui traitaient des alcools ne relataient guère, d'une façon détaillée, que la fabrication des spiritueux dans la grande industrie, c'est-à-dire leur production, soit par fermentation et distillation des jus de plantes ou de pulpes sucrées : betteraves, cannes à sucre, maïs, sorgho, mélasses, soit en partant des substances amylacées : pommes de terre, froment, avoine, orge, riz, sarrasin, etc., qui doivent subir une saccharification préalable. Les procédés semi-industriels au moyen desquels on obtient les eaux-de-vie fines et de bonne qualité étaient un peu délaissés par les auteurs. Il faut savoir gré à M. Jacquet d'avoir réparé cet oubli, et d'avoir exposé d'une façon très claire les méthodes employées en France et principalement dans l'Angoumois, pour l'obtention des produits qui ont fait sous ce rapport, à notre pays, une réputation universelle et méritée.

L'ouvrage que nous analysons traite uniquement de l'eau-de-vie de vin, qui est le type des bons alcools de consommation. Il débute par quelques préliminaires relatifs à l'historique de la distillation, à l'origine de l'alcool et à la classification des eaux-de-vie françaises, et notamment des crus charentais ; un chapitre sur l'alcoométrie indique l'emploi de l'alcoomètre de Gay-Lussac et de l'hydromètre anglais de Sykes. L'auteur étudie ensuite la composition du moût avant et après fermentation, le choix des vins de chaudière et l'analyse sommaire de ces vins : dosage de l'alcool par l'alambic ou l'œnobaromètre Houdart, enfin examen des fraudes altérant la qualité ou la quantité de l'alcool du vin.

C'est alors que commence le sujet principal de l'ouvrage. Après quelques notions théoriques sur la distillation et la rectification se trouvent l'examen des appareils et procédés de distillation intermittente et continue : procédés charentais et au premier jet, alambics charentais, Savalle, Deroy, Egrot, puis l'utilisation des marcs, lies, vinasses, etc., en vue d'en retirer l'eau-de-vie. Ce chapitre se termine par l'exposé de diverses questions accessoires relatives au sujet traité : chauffage, accidents de distillation, prix de revient.

Dans les pages suivantes, M. Jacquet s'occupe de la composition, du vieillissement naturel ou artificiel des eaux-de-vie et de leur bonification, du mouillage et du remontage des spiritueux; un appendice final est consacré au mesurage des spiritueux et des vins par le pesage.

La marche des opérations relatives à la distillation par les diverses méthodes est décrite soigneusement et avec grands détails; un certain nombre de tableaux et de figures complètent heureusement l'ouvrage; nous avons la conviction que ce livre atteindra le but que se propose l'auteur dans sa préface et qu'il sera « utile à tous ceux, fort nombreux aujourd'hui, qui, à un titre quelconque, ont à s'occuper de la production des eaux-de-vie ».

A. Hébert.

Berthier (A.). — **Manuel de Photochromie interférentielle.** — *1 vol. in-12 de 170 pages avec 25 fig.* (*Prix : 2 fr. 50.*) *Gauthier-Villars et fils, Paris,* 1895

3° Sciences naturelles.

Martel (E. A.). — **Les Abîmes. (Les eaux souterraines, les cavernes, les sources, la spéléologie).** — 1 *vol. in-4° de 580 pages avec 4 phototypies et 16 plans hors texte, 100 gravures d'après photographies et 200 cartes plans et coupes (Prix : 25 fr.) Ch. Delagrave, éditeur, Paris* 1895.

Il y a quelques années, la science des grottes était encore à l'état embryonnaire. Certainement, on connaissait quelques cavernes, et certaines d'entre elles avaient été aménagées. Parfois même il s'était trouvé un homme s'attachant à une grotte particulière, la découvrant et l'étudiant au prix de grands sacrifices ; mais ce n'étaient là que des tentatives isolées et sans aucun lien, qui ne pouvaient guère servir à autre chose qu'à satisfaire la curiosité des voyageurs.

Pour que l'étude des grottes devînt véritablement utile, il fallait en entreprendre l'exploration systématique. Il fallait prendre successivement chaque contrée, en explorer *toutes* les cavités et descendre *jusqu'au fond* de chacune d'elles, quelles que puissent être les difficultés rencontrées. On reconnaîtrait sans doute entre elles certains points communs, certaines ressemblances qui permettraient de deviner leur mode de formation. Mais combien de cavernes faudrait-il explorer avant d'arriver aux théories générales!

Tel est le programme devant lequel n'a pas reculé M. Martel, programme immense, qu'il a exécuté seul avec quelques amis, et dont il nous donne les résultats dans son livre sur les *Abîmes*.

Dans l'espace de quelques années, M. Martel a exploré jusqu'au fond 230 cavernes de tout genre et de toute profondeur, grottes, avens, puits verticaux, rivières souterraines, etc. Il est le premier *qui ne se soit laissé arrêter par rien*, ni par les fatigues, ni par le danger, ni par la longueur des explorations, ni par l'eau, ni par les cascades, ni par la profondeur des puits. De chaque exploration, il a rapporté un plan de la cavité étudiée, et de précieuse observations, dont l'ensemble lui a permis de découvrir les théories générales de la formation des grottes et de l'origine des sources.

Avant lui, on se figurait que les montagnes recélaient de vastes réservoirs, servant à alimenter les sources pendant la saison sèche. Il n'en est rien cependant, et les recherches de M. Martel ont démontré que l'eau des sources est fournie par un réseau de canaux capillaires, amenant les eaux de suintement dans les galeries plus spacieuses, qui les réunissent et forment les sources extérieures.

Le nouveau livre de M. Martel renferme la description de ses explorations souterraines; il est suivi des théories de cette science *spéléologique* qu'il a créée de toutes pièces.

De nombreuses gravures illustrent le texte, qui est accompagné des plans et coupes de toutes les grottes visitées. Le lecteur est d'abord transporté à Vaucluse, puis visite les grottes de l'Ardèche, du Gard et de l'Hérault; il explore ensuite en détail les Causses, la Terre promise des spéléologues. Après avoir réclamé son tribut à la Provence, M. Martel nous conduit en Autriche, dans le Karst, puis en Grèce, où ses exploration dans les Katavothres ont été continuées avec succès par M. Sidéridès.

Cet ouvrage n'est pas une sèche nomenclature, ni un guide du voyageur, pas plus qu'un journal d'exploration. C'est un véritable traité, dans lequel la science est cachée sous des fleurs. Les recherches souterraines y sont décrites avec leur difficultés et leurs dangers si fréquents. Ceux qui veulent entreprendre des travaux semblables y trouveront de précieux conseils; quant aux personnes étrangères à ces études, elles y rencontreront la description d'un monde nouveau, et des épisodes d'exploration aussi intéressants que les péripéties du roman le plus attachant.

J. Vallot,
Directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Pabst (Camille). *Ingénieur Agronome.* — **Electricité agricole.** — 1 *vol. in-8° de 380 p. (Prix : 5 fr.) — Berger-Levrault et Cie, éditeurs, Paris, 5, rue des Beaux-Arts, et Nancy,* 1895.

On n'apprend pas, paraît-il, aux élèves des Ecoles d'Agriculture quelles sont les applications agricoles de l'électricité, et l'auteur, en écrivant ce livre, a eu l'intention de montrer qu'elles mériteraient cependant de faire l'objet d'un cours. Il a réuni un nombre considérable de documents sur l'électricité atmosphérique, les applications de l'électricité à l'économie rurale, à l'électro-culture et l'électro-horticulture. Le lecteur trouvera dans ce dernier chapitre un résumé des travaux de M. Berthelot sur la fixation de l'azote par les végétaux sous l'influence de l'électricité atmosphérique, de ceux de l'abbé Nollet et de l'abbé Bertholon, au siècle dernier, sur l'utilisation de l'électricité atmosphérique et ceux tout récents de M. Grandeau et d'autres auteurs, des recherches entreprises pour déterminer l'action de la lumière électrique sur la végétation par Hervé-Mangon, MM. Prillieux, Siemens, Dehérain, etc., mais il regrettera l'absence totale de figures et le trop petit nombre d'indications bibliographiques.

Le livre de M. Pabst n'a pas la prétention d'être un exposé de ses recherches personnelles, mais plutôt un recueil de faits, de résultats, d'observations empruntés à un grand nombre d'auteurs, et quelques-uns de ces faits, il faut l'avouer, n'ont pas un caractère très pratique. L'auteur prouve qu'il y aurait beaucoup à apprendre aux futurs agronomes et surtout qu'il y a encore beaucoup à trouver dans la voie des applications de l'électricité à l'agriculture.

C. Sauvageau.

Joergensen (Alfred), *Directeur du Laboratoire pour la Physiologie des Fermentations à Copenhague.* — **Les microorganismes de la fermentation.** *Traduit par M. Paul Freund.* — 1 *vol in-8° de 320 p. avec 56 fig. (Prix : 5 fr.) Société d'Editions scientifiques, 4, rue Antoine-Dubois, Paris,* 1895.

Le livre de M. Joergensen a acquis en Allemagne et en Angleterre une grande et légitime notoriété, et la traduction faite par M. Freund vient permettre à cet intéressant ouvrage de prendre en France une place importante. On peut le considérer, en effet, comme un vrai traité de bactériologie appliquée aux industries de la fermentation et qui sera d'un grand secours au brasseur et au distillateur.

Après avoir décrit les procédés de stérilisation, les méthodes et les milieux de culture, M. Joergensen consacre un chapitre aux analyses bactériologiques de l'air et de l'eau; pour cette dernière, il donne la préférence à la méthode essentiellement pratique de Hansen, qui permet de déterminer directement quels sont les ferments de l'eau qui peuvent se développer dans les moûts de brasserie ou de distillerie.

Les chapitres suivants comprennent la description, accompagnée de dessins soignés, d'un certain nombre de bactéries, des moisissures les plus communes, et une étude très détaillée des ferments alcooliques.

Le volume se termine par l'exposé des résultats pratiques obtenus par les recherches scientifiques, exposé qui comprend les appareils de propagation des levures pures.

Ajoutons que l'ouvrage de M. Joergensen comprend une bibliographie complète et consciencieuse, et que la partie historique et critique ne le cède en rien à la partie descriptive. Enfin, si l'auteur donne, comme il convient, une large place aux recherches si suggestives de Hansen, il rend pleine justice au génie de Pasteur, le grand initiateur de la science des fermentations.

C'est donc là un livre très intéressant, et il faut savoir gré à M. Freund de l'avoir mis à la portée du lecteur français.

P. Petit,
Directeur de l'Ecole de Brasserie à Nancy.

4° Sciences médicales.

Hartmann (Dr H.), *Professeur agrégé de la Faculté de Médecine de Paris, Chirurgien des Hôpitaux, et* **Quénu** (E.). — **Chirurgie du Rectum.** — *Un vol. grand in-8° de 452 pages avec de nombreuses figures et planches en couleurs dans le texte.* (*Prix* : 16 *fr.*) *G. Steinheil, éditeurs. Paris*, 1895.

MM. Hartmann et Quénu ont résumé dans cet ouvrage, dont paraît aujourd'hui la première partie, l'ensemble des recherches qu'ils poursuivent depuis plusieurs années sur le rectum normal et pathologique. S'ils ont mis largement à contribution les travaux de leurs devanciers, ils ont eu la rare originalité d'y apporter partout une note, un document ou une idée personnels. La clinique leur a fourni un riche dossier d'observations inédites; leur pratique chirurgicale étendue leur a permis de faire une critique raisonnée des procédés opératoires et de perfectionner leur technique; le laboratoire leur a donné une foule d'aperçus nouveaux en anatomie et en bactériologie. C'est avec ces éléments qu'ils ont produit une des plus substantielles monographies qu'il nous ait été donné de lire depuis longtemps.

L'ouvrage débute par un exposé anatomique très complet de la région. MM. Hartmann et Quénu, au rebours des classiques, ont étudié les rapports du rectum d'arrière en avant, estimant nécessaire pour le chirurgien, de bien connaître la voie par laquelle il l'aborde aujourd'hui plus volontiers. Suit un court chapitre clinique relatif aux moyens d'exploration et de diagnostic, et les auteurs entrent dans leur sujet

Les processus infectieux font l'objet des matières contenues dans ce premier volume. A ce titre sont étudiées les lésions dites inflammatoires, la blennorrhagie, la tuberculose, la syphilis. (Nous eussions aimé voir figurer ici le cancer, réservé pour le second volume.) A côté, sont groupés les ulcérations, les fistules et les rétrécissements, qui ne sont que les conséquences des altérations précédentes. Enfin, dans le même cadre, prennent encore place les hémorrhoïdes, dont l'origine infectieuse paraît établie.

Nous passerons rapidement sur les rectites non spécifiques. La rectite chronique présente ceci de particulier qu'elle amène une transformation de l'épithélium qui, de cylindrique, devient pavimenteux, stratifié. Quant à la variété proliférante, elle ne guérit que par l'ablation des végétations.

La blennorrhagie ano-rectale, rare, peut aboutir dans certains cas à des ulcérations à peu près indolentes, mais rebelles. Les auteurs en possèdent une belle observation. Quant à la syphilis, elle peut se présenter sous la forme de chancres ano-rectaux, d'accidents secondaires ou tertiaires. Les ulcérations tertiaires sont, comme les syphilomes, particulièrement rebelles au traitement médical. L'anus iliaque ou l'extirpation permettent, seuls, d'obtenir la guérison.

Un long chapitre est consacré à la tuberculose du rectum et de l'anus. Les ulcérations tuberculeuses, les abcès péri-anaux et péri-rectaux, les fistules, sont successivement étudiés avec soin. Nous renvoyons pour toute cette partie de l'ouvrage à l'analyse que nous avons publiée ici même (*Rev. gén. des Sc.*, 1894, n° 20, page 767), de l'important travail de M. Hartmann sur ce sujet.

Les rétrécissements du rectum sont divisés en rétrécissements périrectaux, cicatriciels ou inflammatoires. Les premiers peuvent succéder à une inflammation péri-utérine. Les seconds relèvent surtout du traumatisme. Quant aux derniers, les auteurs se sont attachés à préciser les lésions anatomiques et histologiques qui les distinguent. Ils signalent, en particulier, l'extrême rareté de l'ulcération de la muqueuse, au delà ou au niveau du rétrécissement. De plus, un examen approfondi d'un grand nombre de rétrécissements paraissant liés à la syphilis ou à la tuberculose montre que, souvent, loin d'être sous la dépendance d'une lésion locale, ils sont le résultat d'une rectite sténosante dans l'étiologie de laquelle la syphilis et la tuberculose ne sont intervenues qu'en permettant aux processus infectieux de pénétrer la muqueuse. Il en est de même du rétrécissement dysentérique dont on a de beaucoup exagéré l'importance.

Le traitement de choix des rétrécissements inflammatoires est l'extirpation par la voie sacrée, lorqu'elle est possible. Mais cette méthode même n'est pas toujours suivie de succès. La récidive survient fréquemment à des intervalles plus ou moins éloignés.

L'anatomie et la physiologie pathologiques des hémorrhoïdes ont été également l'objet d'investigations attentives. L'altération fondamentale des veines, des veinules et des capillaires, débute par l'endothélium pour s'étendre à toute l'épaisseur de la paroi. C'est une véritable phlébite variqueuse dont l'aboutissant est l'atrophie des parois vasculaires et la dilatation consécutive. Quant au phénomène de la fluxion, il est dû également à un processus infectieux : un malade opéré à cette période était porteur, au fond de ses bourrelets hémorrhoïdaires, de caillots dans lesquels l'examen bactériologique décela la présence du *Staphylococcus albus* et du *Bacterium Coli*. Pour le traitement, les auteurs accordent leurs préférences au procédé de Whitehead, tel qu'il a été modifié par M. Quénu.

Le livre se termine par l'examen de diverses formes d'ulcérations de l'anus et du rectum parmi lesquelles la fissure tient la première place. MM. Hartmann et Quénu ont traité par l'excision un certain nombre de fissures : ils ont constaté que les filets nerveux sous-jacents à l'ulcération étaient altérés, mais n'en ont jamais trouvé à nu, à la surface de la fissure elle-même. La guérison est obtenue par la dilatation qui met fin à la contracture du sphincter.

Tels sont les points les plus saillants de cette première partie de l'ouvrage. On s'aperçoit, par cette simple énumération, de l'intérêt exceptionnel qu'elle présente et dont la lecture seule permet de se rendre compte. La deuxième partie, qui doit paraître avant longtemps, comprendra les néoplasmes, les vices de conformation, les traumatismes, les corps étrangers, et, pour terminer, cette résultante possible d'altérations très diverses : le prolapsus du rectum. Souhaitons au second volume le succès et la perfection du premier.

Dr Gabriel Maurange.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs.* 528e *et* 529e *livraisons.* (*Prix de chaque livraison*, 1 *fr.*) *H. Ladmirault et Cie*, 61, *rue de Rennes, Paris*, 1895.

Les 528e et 529e livraisons renferment des articles sur les *lencomaïnes*, par le Dr P. Langlois ; sur la *lévulose*, ses différentes modifications, leurs propriétés et leur synthèse due à M. E. Fischer, par M. C. Matignon; sur la *levure*, par M. L. Knab; sur les roches appelées *leucitites* et *lherzolithes*, par M. Ch. Vélain ; sur le *levier*, par M. L. Knab ; une monographie du *Lias*, due à M. E. Haug, avec la description de ses caractères généraux, de ses divisions, des faciès qu'il présente dans les différentes régions où il se trouve et des principaux fossiles qu'il renferme ; une étude botanique sur les *lianes*, par le Dr L. Harn; des articles sur la *lettre de change* et les dispositions législatives qui en régissent l'emploi, par M. L. Didierjean; sur la *liberté* de conscience et de culte, par M. E.-H. Vollet ; sur le *libre-échange*, par M. A.-M. Berthelot; enfin les biographies du grand astronome et mathématicien français *Le Verrier* et de *F. de Lesseps*, par M. L. Lagnet, et celle du célèbre auteur allemand *G.-E. von Lessing*, par M. A. Bossert.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Mai 1895

M. le Président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M **Ludwig** correspondant de la Section de Médecine.

1° Sciences mathématiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale un ouvrage de M. **A.-G. Greenhill**, ayant pour titre : Les fonctions elliptiques et leurs applications, traduit de l'anglais par M. Griess. — M. H. Faye expose les principaux résultats des mesures de la gravité de la pesanteur, effectuées par M. **G.-R. Putnam** en vingt-six stations de l'Amérique du Nord. Les anomalies obtenues disparaissent en grande partie quand on effectue les corrections fondées sur la théorie de M. Faye, mais M. Putnam prétend dégager cette correction de toutes les hypothèses sur la constitution physique du globe sur lesquelles elle s'appuie. M. Faye insiste, au contraire, sur l'utilité de ces hypothèses au point de vue de la Géologie et de la Géodésie.

2° Sciences physiques. — M. **Ch. Meerens** adresse un travail sur les vrais rapports numériques des sons musicaux. — M. **Moëssard** discute les conditions auxquelles doivent satisfaire les images stéréoscopiques d'un même sujet pour donner au spectateur l'illusion d'un objet unique en relief dans l'espace, et les applique au cas des projections stéréoscopiques. — M. **H. Deslandres** a fait l'étude comparative des spectres du gaz de la clévéite et de l'atmosphère solaire ; il a reconnu que la clévéite émet, outre la raie D_3, plusieurs autres raies fortes de la chromosphère, et, en particulier, la raie 447,18, qui est permanente, si bien que le nombre des raies permanentes du soleil, non reconnues sur la terre, se réduit à deux. D'autres raies fortes de la clévéite n'ont, dans l'atmosphère solaire, ni la même intensité relative, ni la même fréquence que la raie D_3; aussi on est conduit à penser que le gaz est un mélange ou un composé. — M. **Raoul Varet** donne le tableau des chaleurs dégagées dans les métamorphoses réciproques des sels de mercure dans leurs états isomériques. — M. **V. Thomas** a étudié l'action du peroxyde d'azote sur les sels halogènes d'antimoine ; il a pu obtenir les composés $Sb^4O^{10}Az^2Cl^2$ et $Sb^4O^{15}Az^4$, dont les formules typiques seraient :

$$\left.\begin{matrix} 2\,(SbOCl^2)' \\ 2\,(SbO)' \\ 2\,(AzO^2)' \end{matrix}\right\}O^3 \qquad \left.\begin{matrix} 2\,(SbO)' \\ 4\,(AzO^2)' \end{matrix}\right\}O^3$$

— MM. **Berthelot** et **Rivals** ont effectué de nouvelles recherches sur les relations thermochimiques entre les aldéhydes, les alcools et les acides ; ils ont opéré sur les séries salicylique, camphénique et pyromucique. Le changement d'un aldéhyde proprement dit en alcool, par fixation de H^2, dégage en moyenne 15 cal. environ dans la série grasse, et cela, aussi bien pour les alcools polyatomiques que pour les monoatomiques ; dans la série aromatique, le nombre s'élève jusqu'à 30 cal. Le changement d'un aldéhyde en acide par fixation de O dégage de 60 à 68 cal. — M. **Rivals** a déterminé les chaleurs de formation du chlorure de benzoyle et du chlorure de toluyle. — MM. **A. Chatin** et **Müntz** ont reconnu l'existence du phosphore en proportion notable dans la chair des huîtres, et particulièrement dans celle de l'huître portugaise qui devient ainsi un aliment ferrophosphoré, au plus haut point reconstituant. — M. **Lecoq de Boisbaudran** expose une nouvelle classification des éléments chimiques, constituée par lui depuis longtemps, et qui permet de prévoir l'existence de deux nouveaux corps, l'hélium et l'argon, avec des poids atomiques voisins de ceux qui sont connus. — MM. **Friedel** et **Moissan** confirment les résultats prévus par M. Lecoq de Boisbaudran, lequel avait attribué les nombres 20 et 3,9 comme poids atomiques des éléments nouveaux. — M. **Normann Lockyer** donne les résultats de l'étude, par l'analyse spectrale, des gaz dégagés par certains minéraux. — MM. **Haller** et **Minguin** ont étendu l'étude de l'action déshydrogénante des alcoolates de sodium à certains corps à fonction cétonique, et, en particulier, à la désoxybenzoïne, la benzophénone, l'anthraquinone, etc. — MM. **A. Grandval** et **H. Lajoux** ont étudié, au point de vue chimique, les différentes espèces de seneçon et découvert dans le *Senecio vulgaris* deux alcaloïdes nouveaux, la sénécionine et la sénécine, qui sont doués de propriétés chimiques très différentes. La sénécionine a pour formule $C^{18}H^{26}AzO^6$. — M. **Ch. Rabaut** a fait agir le permanganate de potasse et l'acide azotique étendu sur la benzène sulfoorthotoluidine ; ce corps présente une grande résistance à l'oxydation, ainsi qu'une stabilité remarquable en présence des acides étendus et à chaud, malgré son caractère d'amide. — M. **Thezard** donne l'analyse d'un os de momie trouvé dans une tombe avoisinant la pyramide à degrés de Sakkarah. — MM. **Griffiths** et **Massey** décrivent une nouvelle leucomaïne, extraite des urines dans l'*Angina pectoris*, dont la formule est $C^{10}H^9AzO^4$. — M. **G. Liévin** signale la propriété qu'offrirait le pétrole brut de prévenir les incrustations dans les chaudières à vapeur. — M. **Barbey** adresse une note relative à l'histoire chimique de la cuscute et de ses principes immédiats. — M. **Ch.-V. Zenger** signale la concordance des catastrophes de Titel en Banat et de Mendoza (République Argentine) avec une période d'activité des taches solaires. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Léon Germe** présente une série d'études sur l'activité de la diastole des ventricules, sur son mécanisme et ses applications physiologiques et pathologiques, démontrées par des expériences sur le cœur cadavérique et par des observations faites sur l'homme au moyen de la plessimétrie. M. **Guébhard** fournit de nouvelles données critiques sur les partitions anomales des fougères et maintient l'influence de la piqûre d'un parasite pour produire les divisions anomales. — M. **Bleicher** indique quelques perfectionnements apportés à la préparation et à l'étude de plaques minces de roches sédimentaires calcaires.

J. Martin.

Séance du 27 Mai 1895.

M. **Frankland** est élu Associé étranger en remplacement de M. Van Beneden.

1° Sciences mathématiques. — M. **de Jonquières** s'est demandé si, dans la formule $a^n = c^n - b^n$ où a, b, c sont des quantités non transcendantes plus grandes que zéro, n un nombre entier positif et $a = pq$, il est possible d'exprimer c et b par des fonctions algébriques de p et q, telles que l'identité littérale s'établisse finalement entre les deux membres. Pour $n > 2$ ces fonctions binômes ou polynômes n'existent pas ; les formes monômes font seule exception, mais à la condition que les indéterminées soient réduites à deux dans la formule, la troisième étant nécessairement alors l'unité. Cette forme devient elle-même incompatible si les trois indéterminées a, b, c doivent être des nombres entiers, comme l'exige l'énoncé de Fermat. — M. **Belliard** soumet au jugement de l'Académie un mémoire sur

l'encastrement des arcs paraboliques et circulaires et de son influence sur la résistance de ces arcs.

2° Sciences physiques. — M. **H. Deslandres** a appliqué le spectroscope à l'étude de la rotation de Saturne et de ses anneaux. Les résultats obtenus sont d'accord avec la théorie; ils fournissent une seconde vérification de la loi du déplacement double subi par la lumière des planètes. — M. **de Montessus** a étudié la relation entre le relief et la sismicité; il conclut la double loi suivante : Dans un groupe de régions sismiques adjacentes, les plus instables sont celles qui présentent les plus fortes différences de relief, c'est-à-dire les plus fortes pentes générales. Les régions instables accompagnent les grandes lignes de corrugation de l'écorce terrestre, émergées ou immergées. Ces lois sont complétées par les remarques suivantes : 1° Les pays de montagnes sont généralement plus instables que les pays de plaines; 2° le flanc court et raide d'une chaîne est le plus instable ; 3° le flanc court et instable l'est surtout en ses parties les plus raides ; 4° les côtes des mers rapidement profondes, surtout si elles bordent une chaîne importante, sont instables, tandis que sont stables celles des mers à pente douce, surtout si elles continuent un pays plat ou peu accidenté. — M. **Ch. V. Zenger** transmet de nouveaux documents sur les perturbations atmosphériques et séismiques du mois de mai dernier et sur leurs relations avec des phénomènes solaires. — M. **Goguet** adresse une note sur un appareil de photométrie. — M. **E. Maumené** adresse un mémoire sur les sulfures d'arsenic. — M. **P. Schutzenberger** a cherché à isoler les nombreux métaux du groupe de la cérite en suivant une méthode qui est une extension du procédé Debray. L'oxyde de lanthane peut être partagé au moins en deux terres, dont l'une aurait comme poids atomique du métal correspondant un nombre voisin de 138, et l'autre un nombre voisin de 135. Le poids atomique du didyme est compris entre 143 et 143,5. — M. **Aimé Girard** s'est demandé si, du fait de l'accumulation du cuivre dans le sol par suite de l'emploi des bouillies cuivriques destinées à combattre les maladies parasitaires de la vigne, de la pomme de terre, etc., on ne devait pas craindre de voir d'une part les récoltes diminuées, d'une autre les produits récoltés pénétrés par le cuivre dans une proportion nuisible à la santé de l'homme et des animaux. Les expériences de l'auteur et celles d'expérimentateurs antérieurs établissent nettement que le cuivre ne peut avoir aucune mauvaise influence. — MM. **Paul Sabatier et J. B. Senderens** ont étudié la réduction de l'oxyde azotique par le fer ou le zinc humides et reconnu, à côté de la formation de l'oxyde azoteux, une production importante d'azote provenant d'une réduction plus avancée de l'oxyde azotique. — M. **Vigouroux** a repris l'étude de l'action de l'aluminium sur la silice pulvérisée ou fondue et obtenu un silicium cristallisé en lamelles parfois très minces, douées d'un bel éclat métallique et possédant les propriétés chimiques du silicium amorphe. Il y a donc deux variétés de silicium, l'une amorphe et l'autre cristallisée. — M. **A. Lodin** signale quelques propriétés des réactions du sulfure de plomb : 1° le sulfure entre en fusion seulement à 935°, mais sa tension de vapeur est considérable à des températures bien inférieures ; 2° Cette dernière propriété suffit à expliquer les phénomènes de volatilisation attribués par M. Haunay au composé hypothétique PbS^2O^2 ainsi que le développement actif des réactions de PbS sur PbO et $PbSO^4$ à des températures inférieures à 935° ; 3° A ces températures, les formules admises depuis longtemps pour expliquer les réactions de la métallurgie du plomb au réverbère se vérifient exactement. — M. **A. Béhal**, à propos d'un travail récent de M. F. Tiemann sur les dérivés campholéniques, compare les résultats qu'il a obtenus antérieurement avec ceux de ce savant ; il insiste sur les points communs et les différences qui portent surtout sur le point de vue théorique et sur les formules de constitution proposées. — M. **Ferdinand Roques** a repris l'étude de la cinchonine et a pu l'obtenir cristallisée ainsi qu'un certain nombre de ses combinaisons : le chlorozincate, le chlorocadmiate, le chlorométhylate, l'iodo, le bromo-éthylate de cinchonine. — M. **L. Simon** a étudié les transformations diverses du phénylglyoxylate d'aniline comparativement à celles du pyruvate d'aniline. 1° Sous l'action de l'alcool méthylique, à froid, le phénylglyoxylate d'aniline se transforme intégralement en acide anilphénylglyoxylique. 2° L'acide anilphénylglyoxylique est transformé intégralement par l'eau bouillante en phénylglyoxylate d'aniline. Ces faits ne se reproduisent pas avec les sels d'ammoniaque et les toluidines. — M. **Adolphe Renard** a étudié le mode de préparation et les propriétés du corps explosif, l'ozobenzène, formé par l'action de l'ozone sur le benzène. Le corps ne se forme qu'avec la benzine pure ; il détone au contact de l'acide sulfurique concentré, de AzH^3, de la potasse concentrée; sa composition correspond à la formule $C^6H^6O^6$, ce qui fait de l'ozobenzène un produit d'addition du benzène dans lequel les 6 atomicités supplémentaires du noyau benzénique sont saturées par 6 atomes d'oxygène reliés les uns aux autres, deux à deux par une atomicité. — M. **Gaston Rouvier** a reconnu que, tandis que les amidons de blé et de riz, fournis par la même famille végétale, se comportent en présence de l'iode de la même manière, l'amidon de pomme de terre, fourni par une famille très éloignée se comporte d'une manière différente. — M. **Oechsner de Coninck** a étudié l'élimination de la magnésie chez les rachitiques et reconnu que cette élimination était beaucoup plus faible qu'à l'état normal. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Gréhant** montre que l'on peut injecter jusqu'à 49gr2 d'alcool absolu dans le sang veineux d'un chien, pourvu que l'injection soit faite lentement. De plus, la proportion de ce corps dans le sang cinq minutes après l'injection et pendant plus de 8 heures devient absolument constante. — M. **Vaillard** montre le parti que l'on peut tirer de l'emploi du sérum des animaux immunisés contre le tétanos, et recommande l'usage de cette méthode prophylactique après toutes les opérations qui tendent à ouvrir les portes au tétanos, castration, amputation de la queue, opérations sur le pied chez les animaux domestiques.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 4 Juin 1895.

M. **E. Nicaise** fait une communication sur un procédé d'anesthésie de la vaginale, au moyen de la cocaïne, dans le traitement de l'hydrocèle par l'injection irritante. — Au sujet de la précédente communication de M. Vallin sur les intoxications alimentaires, M. **Nocard** fait remarquer qu'il n'y a pas lieu d'allonger encore la liste des maladies qui, au terme de la loi de 1881, doivent empêcher la viande d'être comestible. Il émet le vœu suivant, qui est adopté à l'unanimité par l'Académie : « Toute viande destinée à l'alimentation publique ne peut être mise en vente et colportée que pourvue d'une estampille prouvant qu'elle a été reconnue saine par un inspecteur compétent ; l'inspection doit être faite partout, dans les villages comme dans les villes ; on peut l'organiser aisément et à peu de frais, sur des bases analogues à celles qui sont adoptées en Belgique ». — M. le Dr **E. Kirmisson** lit une observation de double pied plat valgus douloureux avec opération d'Ogston sur le pied gauche ; le résultat orthopédique et fonctionnel est très satisfaisant. — M. le Dr **A. Darier** donne lecture d'un mémoire sur la possibilité de voir son propre cristallin et l'utilité de la phakoscopie pour le diagnostic des fines opacités cristallines et pour l'étude du développement de la cataracte. — M. **Noé** lit un travail sur la pathogénie du phosphorisme.

Séance du 11 Juin 1895.

M. **Dieulafoy** fait une communication sur l'angine diphtérique à forme herpétique et formule les conclusions suivantes : 1° L'angine diphtérique, essentiellement polymorphe, peut revêtir les allures trompeuses de l'angine herpétique; 2° il est impossible, cliniquement, d'affirmer qu'une angine dite herpétique est ou n'est pas de nature diphtérique ; 3° l'examen bactériologique *seul* peut nous permettre d'affirmer la nature de l'angine. Cet examen bactériologique doit toujours être fait: il est notre guide le plus précieux; c'est d'après l'examen bactériologique qu'on peut affirmer le diagnostic, porter le pronostic et instituer le traitement. — M. **A. Robin** fait une communication sur le traitement du diabète par la médication alternante. Le traitement est divisé en trois étapes: Le médicament essentiel de la première étape est l'antipyrine, qui diminue la désassimilation générale; une contre-indication est la présence d'albuminurie; comme adjuvant, l'huile de foie de morue. Les médicaments de la seconde étape sont: le sulfate de quinine, les arsenicaux, la codéine, les alcalins; comme adjuvants, l'huile de foie de morue et l'eau minérale bicarbonatée. Enfin, les agents de la troisième étape sont les opiacés, la valériane, le bromure de potassium. La première étape dure 5 ou 6 jours, la seconde 15, la troisième autant. S'il y a encore du sucre après celle-ci, on recommence la série. M. A. Robin a déjà obtenu des résultats très satisfaisants par ce traitement.— M. **Gaube** lit un mémoire sur la théorie minérale de l'évolution et de la nutrition animale. — MM. **Despagnet** et **Valois** communiquent un travail sur la stérilisation et la désinfection par la vapeur d'eau surchauffée.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 1er Juin 1895.

M. **Richet** a recherché le pouvoir toxique des injections intra-veineuses faites avec le suc des tumeurs épithéliales. Les tumeurs non ulcérées n'ont qu'un effet bénin; les tumeurs ulcérées sont extrêmement toxiques. — MM. **Gilbert** et **Fournier** communiquent 7 cas de cirrhose hypertrophique du foie avec ictère chez les enfants. — M. **Pachon** a pratiqué l'extirpation totale de l'estomac chez un chat; l'animal digérait très bien, mais refusait de manger. Le siège de la sensation d'appétit paraît donc bien résider dans l'estomac. — M. **Oeschner de Coninck** adresse une note sur l'élimination de la magnésie par l'urine. Elle est considérable chez les enfants rachitiques. — M. **Soulié** envoie une observation d'uretère double chez un fœtus humain.

Séance du 8 Juin 1895.

MM. **Arloing** et **Laulanié** ont étudié l'influence de l'injection des toxines diphtériques sur la température du corps, les combustions respiratoires et la thermogenèse. Ils formulent les conclusions suivantes : L'intoxication diphtérique détermine successivement de la fièvre et des troubles hypothermiques; l'hyperthermie n'est point la mesure ni l'expression des combustions respiratoires et de la thermogenèse; elle coïncide pendant un certain temps avec une diminution des combustions respiratoires. L'hypothermie est secondaire et résulte de la dépression vitale imprimée à l'organisme; elle coïncide toujours avec l'abaissement de l'intensité des combustions respiratoires. — M. **d'Arsonval** fait remarquer qu'il a déjà montré que le thermomètre ne saurait rendre compte à lui seul des variations de la thermogenèse.— M. **Boix** a constaté l'action hypothermisante des toxines du *bacterium coli*. On pourrait conclure de ce fait que les ictères graves avec hypothermie sont des colibacilloses à détermination hépatique. — M. **Yersin** envoie une note sur la fièvre bilieuse hématurique.— MM. **Déjerine** et **Sottas** décrivent un nouveau cas de dégénérescence rétrograde dans les cordons antérieurs et latéraux de la moelle.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Mai 1895.

A l'occasion du procès-verbal, M. **Foussereau** rectifie un point particulier de sa dernière communication. Les résultats du calcul relatifs à la première focale d'une lentille infiniment mince doivent être modifiés. Le rayon de courbure au point situé sur l'axe a pour valeur $\frac{nf}{3n+1}$, et non pas $\frac{f}{2}$. D'ailleurs tous les autres résultats et la portée de ses considérations subsistent sans aucun changement. — M. **Ponsot** étudie divers cas d'équilibres osmotiques, dans le but de comparer une formule, qu'il a donnée antérieurement pour exprimer la pression osmotique, avec une formule plus récente, proposée par M. Leduc dans sa communication relative à une nouvelle méthode pour déterminer le point de congélation d'une dissolution. Ces formules ont pour but d'établir des relations entre l'abaissement du point de congélation, la diminution relative de la tension de vapeur et la concentration. La formule employée par M. Ponsot est générale; elle s'applique à tous les dissolvants et à toutes les températures. Elle dérive de la formule de MM. Gouy et Chaperon, que ces physiciens ont établie en supposant seulement que, lorsqu'un tube est fermé à sa partie inférieure par une paroi semi-perméable, s'il y a équilibre osmotique à la partie inférieure, il y a aussi équilibre de distillation au sommet, c'est-à-dire que la tension de vapeur émise par la dissolution est la même que celle qui règne à la même hauteur dans la vapeur émise par l'eau pure. Il résulte de cette hypothèse que la hauteur osmotique (distance du niveau de la solution à l'eau pure), est indépendante de la forme du vase et de la profondeur à laquelle il est immergé. Elle ne dépend que de la concentration ou de la tension de vapeur de la dissolution au sommet de l'osmomètre. Quant à la pression osmotique, elle varie avec la profondeur à laquelle est immergée la paroi semi-perméable. La formule de Van t'Hoff : $\pi V = i R T$ ne saurait être considérée comme applicable dans tous les cas. On démontre, en effet, que, pour quelques solutions, la pression osmotique est proportionnelle à la température absolue; mais c'est dans le cas où la pression exercée sur l'eau n'est que celle de la vapeur saturante et non une pression quelconque. Aussi M. Ponsot n'a-t-il appliqué la formule de Van t'Hoff que dans ce cas particulier. L'auteur montre ensuite quelles sont les nouvelles hypothèses qui doivent être faites pour passer de l'équilibre osmotique de MM. Gouy et Chaperon à celui de M. Leduc. Il montre que, pour ce dernier, on ne se trouve plus dans les conditions où la formule de Van t'Hoff est légitimement applicable. Il faut remarquer toutefois que M. Leduc ne l'applique qu'à la limite où la pression osmotique est infiniment petite. M. Ponsot est conduit à la considération d'un équilibre particulier auquel il avait été déjà amené l'an dernier lorsqu'il cherchait une expression de la hauteur osmotique d'une solution à son point de congélation[1]. Mais cet équilibre ne peut en donner qu'une valeur limite. Cependant la discussion des causes de l'équilibre mit l'auteur sur la voie du cycle isotherme qui lui permit de trouver la formule générale applicable à tous les corps. Mais tandis que, pour l'eau, ce cycle isotherme est représenté par un équilibre où le corps lui-même se comprime, il ne peut en être de même pour les autres corps parce qu'on ne peut supposer le corps solide comprimant le liquide et étant en équilibre de fusion avec lui. M. Ponsot étend ces considérations aux solutions. A ce propos, il précise la définition du point théorique de congélation de la dissolution. C'est, par exemple, la température à laquelle la glace et la dissolution sont en équilibre de fusion sous la tension de vapeur de la dissolution, laquelle est la même que celle de la glace à la même température.

[1] *C. R.*, nov. 1894.

C'est donc un point triple. Le point de congélation expérimental en est très voisin, et l'abaissement théorique du point de congélation est sensiblement égal à l'abaissement expérimental. Puis M. Ponsot considère un nouvel équilibre : celui d'une dissolution séparée de la vapeur d'eau par une paroi semi-perméable et il montre que le tube de l'osmomètre peut être supposé tout entier semi-perméable ; alors, à chaque niveau, la pression osmotique est représentée par la différence entre le poids de la dissolution et la différence de tension de la vapeur à ce niveau et au sommet. C'est donc encore là un exemple qui montre que la pression osmotique dépend non seulement de la concentration, de la température, mais encore de l'état physique du dissolvant, liquide ou en vapeur, de sa densité aux deux états ou de sa pression. La relation de Van t'Hoff, applicable seulement pour certaines dissolutions dans le cas où la pression exercée sur l'eau est celle de sa vapeur, n'est pas applicable à ce cas. Il est donc inexact de donner à la pression osmotique une cause analogue à celle de la pression des gaz. Autrement dit la pression osmotique n'est pas la pression exercée par le corps dissous sur les parois du vase qui renferme la dissolution. — M. **Chauveau** poursuit depuis plusieurs années déjà une série de recherches sur l'électricité atmosphérique au sommet de la tour Eiffel. Il expose aujourd'hui les procédés d'observation qu'il a employés et en quoi ils diffèrent des procédés ordinairement en usage au niveau du sol. Il indique en même temps le moyen d'éliminer des causes d'erreur notables qui subsistent dans les méthodes ordinaires. L'inscription du potentiel pris en un point donné par l'appareil ordinaire à écoulement se fait généralement au moyen d'un enregistreur photographique muni d'une horloge. Ce procédé est très bon, mais encombrant et cher. M. Chauveau a d'abord perfectionné l'appareil à écoulement. Le potentiel qu'on mesure étant celui du point où le jet se sépare en gouttelettes, il est bon, pour que ce point soit fixe, de produire l'écoulement avec un niveau sensiblement constant. C'est ce qui a été réalisé. D'autre part, l'électromètre Mascart présente, pour les observations continues, l'inconvénient que son zéro se déplace ; il faut très fréquemment renouveler l'acide sulfurique. Après une série d'essais, M. Chauveau a réussi à rendre le zéro fixe en faisant plonger le flotteur suspendu à l'aiguille dans un vase contenant de la glycérine, et dans lequel plonge aussi le fil relié au corps dont on veut mesurer le potentiel. La glycérine conduit suffisamment pour cet usage. Ce vase est placé au milieu du vase ordinaire à acide sulfurique. De cette façon, au lieu d'être obligé de changer l'acide tous les deux ou trois jours, on peut le laisser plusieurs mois. Puis, pour un service continu, la pile à eau destinée à charger les secteurs, se polarise notablement. Comme pile constante à un seul liquide, la pile Gouy étant trop chère, il s'est très bien trouvé de la pile Damien à sulfate de mercure. Tels sont les perfectionnements qu'il convient d'apporter à la méthode relative au sol. Au sommet de la tour, le seul endroit dont disposait M. Chauveau était à la base d'un des grands arceaux. Cette situation entre le paratonnerre du sommet et ceux de la grande plateforme supérieure semblait peu favorable à de pareilles recherches, et au début l'auteur n'espérait pas observer de grandes variations. Puis il éprouvait des craintes sur la possibilité de réaliser un bon isolement. A sa grande surprise, l'isolement se produit très facilement. La paraffine, pourvu qu'elle reste propre, le verre, le même acide sulfurique pendant toute une saison, isolent très bien. Les vibrations continuelles de la tour empêchant l'emploi d'un enregistreur à horloge, il a adopté l'enregistreur ordinaire Richard, à condition de tourner la face sensible du papier vers le dedans afin d'éviter les taches produites par les doigts. Les potentiels obtenus sur la tour dépassent de beaucoup les valeurs relatives au sol. Au niveau du sol, à deux mètres d'un mur, le potentiel varie en moyenne entre 150 volts en été et 500 en hiver. En temps orageux, le potentiel ne dépasse pas 800 volts. Sur la tour, à 1m50 de la carcasse, ce sont des milliers de volts qu'on a à mesurer. Mais M. Chauveau a observé, et le fait avait déjà été constaté par Hopkinson, puis Ayrton et Perry, que l'électromètre à quadrants présente une déviation limite, atteinte pour 3.000 volts environ. L'existence de cette limite est une conséquence des formules de M. Gouy. Comme l'appareil ne peut pas être parfaitement symétrique, elle est due à l'existence du couple directeur électrique. M. Chauveau a tourné la difficulté en réduisant le potentiel à une fraction déterminée, $\frac{1}{5}$ par exemple, au moyen d'un condensateur en cascade. La disposition la meilleure à donner à ce condensateur est celle d'une pile de Volta. L'auteur, par des expériences comparatives, a vérifié que les courbes obtenues par réduction sont bien identiques aux courbes directes. Il a vérifié aussi que l'isolement des cascades reste parfait pour des potentiels aussi élevés. — M. **Cazes** présente un nouveau stéréoscope à grand champ et à réglage. Cet instrument a été étudié dans un but scientifique, celui de pouvoir tracer par la stéréoscopie les courbes de niveau, conformément à la méthode topographique du colonel Laussedat. Les stéréoscopes ordinaires donnent des courbes de niveau symétriques. Elles ne sont pas redressées. M. Cazes les ramène dans le même sens grâce à une réflexion sur un miroir plan. Puis l'appareil permet de réaliser la condition indispensable que la distance des yeux aux images virtuelles soit égale à la distance focale des objectifs. Le relief obtenu avec cet appareil est très parfait. Edgard Haudié.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 10 Mai 1895.

M. **Tanret** expose le résultat de ses recherches sur les modifications moléculaires du glucose. Il y en a trois, bien déterminées par leurs pouvoirs rotatoires : la modification α pour laquelle $a_D = +106°$, la modification β pour laquelle $a_D = +52°,5$ et enfin γ avec $a_D = +22°,5$. La modification α est le glucose ordinaire, dont le pouvoir rotatoire, pris rapidement, est $a_D = +106°$. En maintenant à 98° du glucose amorphe, ou en précipitant une solution aqueuse de glucose à froid par de l'alcool absolu refroidi à 0°, on obtient le produit β bien cristallisé de pouvoir $a_D = +52°,5$. A 110° le glucose amorphe cristallise et donne un nouveau produit, qui, convenablement purifié, est une nouvelle modification γ pour laquelle $a_D = +22°$. Ce dérivé γ en solution dans l'eau se transforme en dérivé β, exactement comme le fait le dérivé α. D'autre part, la solution aqueuse du dérivé β, en cristallisant à froid, redonne le dérivé α. Ces trois modifications peuvent donc être transformées les unes dans les autres. — M. **Maumené** fait quelques observations relatives à l'application de sa théorie générale. — M. **Paul Sabatier** a adressé à la société une note sur les chlorures métalliques hydratés. E. Charon.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

G. Macdonald et **A. M. Kellas.** — **L'Argon se trouve-t-il dans les substances animales ou végétales.** — Les deux auteurs ont entrepris les expériences qui suivent sur les conseils du Pr Ramsay. Voici la méthode qu'ils utilisaient : Quelques grammes de substance étaient broyés en poudre fine, puis desséchés à 110° jusqu'à poids constant. On en extrayait l'azote d'après la méthode de Dumas, en supposant que les combinaisons de l'argon étaient décomposées et que l'argon s'échappait avec l'azote. Le gaz obtenu et recueilli dans un gazomètre sur une solution de potasse caustique bouillie, passait ensuite et repassait plusieurs fois sur du magnésium chauffé au rouge qui

absorbait l'azote. Le résidu était transvasé dans un petit tube mélangé avec de l'oxygène et soumis à l'action de l'étincelle électrique pour enlever les dernières traces d'azote. On absorbait l'oxygène en excès au moyen du pyrogallate de potasse. L'expérience fut faite avec des pois, comme type de végétal, et avec des souris, comme type d'animal. Dans les deux cas, après l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse, il ne resta qu'un résidu absolument insignifiant, composé surtout des impuretés renfermées dans l'oxygène additionné au gaz. On conclut donc que les animaux et les végétaux ne renferment pas d'argon appréciable, à moins que les combinaisons de l'argon ne soient pas décomposées par la méthode de Dumas.

2° Sciences naturelles

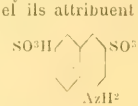
Charles Devereux Marshall, F. R. C. S. — **Sur les modifications du mouvement et de la sensation déterminées par l'hémisection de la moelle épinière chez le chat.** — Le but de ces recherches a été de déterminer plus exactement l'origine et la nature des convulsions épileptiformes et les voies que suivent dans la moelle l'influx moteur et l'influx sensitif. La méthode employée a été la suivante : L'hémisection de la moelle a été faite dans la région dorsale inférieure du côté droit, les animaux ayant été anesthésiés avec de l'éther, et de rigoureuses précautions antiseptiques observées. Des animaux ont été conservés vivants pendant des périodes de temps variables après l'opération, et l'action produite par cette opération sur les mouvements volontaires, la sensibilité et les mouvements réflexes, a été soigneusement observée. Après la mort, les moelles épinières ont été recueillies et examinées après durcissement et coloration par la méthode de Marchi. La lésion et les tractus dégénérés ont été étudiés histologiquement. Voici les résultats des seize expériences faites.

Mouvements. — Après l'hémisection de la moelle, il y a une paralysie immédiate du membre inférieur du même côté. Cette paralysie persiste pendant un certain temps ; il y a alors une restauration graduelle du mouvement qui est parfois si complète qu'on a quelque peine à savoir quel était le membre paralysé. Dans d'autres cas la faiblesse persiste d'une façon plus ou moins durable dans le membre de telle sorte que l'animal boîte ; il semble de plus ne point apprécier exactement la position qu'occupe sa patte. — *Les réflexes* sont en général considérablement exagérés dans ce membre et, parfois, pendant une fort longue période. Dans un grand nombre de cas ils s'affaiblissent avec le temps ; il arrive quelquefois qu'ils soient plus faibles que du côté sain. — *Sensibilité.* — Elle est toujours troublée du côté de la lésion ; les sensations douloureuses, telles que celles produites par une piqûre d'épingle, ou par l'application sur la patte d'un fil de fer légèrement chauffé sont senties de chaque côté, et cela était fort net chez les singes dont on s'est servi pour des expériences de contrôle. Mais il semble que ces sensations douloureuses soient plus rapidement senties du côté sain que du côté paralysé, et que l'animal ne puisse pas les localiser avec autant de précision du côté de la lésion que de l'autre. Les sensations tactiles et les sensations thermiques (sensations de froid) ne sont perçues que du côté sain. — *Examen histologique.* — *Dégénérescences descendantes.* — Ces dégénérescences sont presque entièrement limitées au côté de la lésion ; elles occupent le faisceau pyramidal direct et le faisceau pyramidal croisé. On retrouve quelques libres dégénérées éparses dans les faisceaux antéro-latéraux des deux côtés, dans le cas surtout où une petite partie de l'autre moitié de la moelle a été accidentellement lésée. — *Dégénérescences ascendantes.* — Elles ne sont point entièrement limitées au côté de la lésion. Les faisceaux qui contiennent le plus de libres dégénérées sont le cordon de Goll, le faisceau cérébelleux direct et le faisceau antéro-latéral. On trouve d'ordinaire des libres dégénérées dans le cordon de Goll et le faisceau antéro-latéral de l'autre côté.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 2 Mai 1895.

MM. **W.-P. Wynne** et **Henry-E.-Armstrong F. R. S.** ont repris leurs recherches sur les dérivés trisubstitués du naphtalène ; ils ont pu préparer le dernier terme de la série, le trichloronaphtalène 1 : 2 : 1', corps jusqu'ici inconnu. Ils l'ont obtenu en partant des deux dichloronaphtols décrits par Erdmann et Schwechten ; la préparation de ces deux corps a été effectuée au moyen de l'acide dichlorophénylisocrotonique. Le dichloro α naphtol 1 : 2 : 1', distillé avec du pentachlorure de phosphore donne un produit formé par un mélange contenant principalement du trichloronaphtalène et un peu de tétrachloronaphtalène, que l'on sépare par cristallisation dans l'alcool méthylique. En partant du dichloro α-naphtol 2 : 3 : 1', on a obtenu, par le même procédé, le trichloronaphtalène 2 : 3 : 1'. — Les auteurs étudient les différentes propriétés ainsi que plusieurs dérivés du trichloronaphtalène dérivé du chlorure de nitrochloronaphtalène sulfonique décrit par Clève. Ils décrivent le trichloronaphtalène dérivé du chlorure d'α-nitronaphtalène 2 : 2 disulfonique, corps obtenu en partant du chlorure de l'acide chlorodisulfonique correspondant et en le distillant sur du pentachlorure de phosphore. Ils publient leurs recherches relatives à la constitution de l'acide α-naphtylamine 2 : 2' disulfonique de Freund Germann, auquel ils attribuent la formule :



Ils n'ont pu préparer le trichloronaphtalène fusible à 75°,5 décrit par Alène ; ils pensent que le corps obtenu par cet auteur était impur ; ils ont préparé, à l'état pur, un trichloronaphtalène fusible à 80°,5 qu'ils pensent être identique à celui de Alène. — M. **E.-P. Perman** a étudié les solubilités des gaz en solution dans l'eau sous des pressions variées. Les expériences faites sur des solutions de chlore, de brome, d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré, montrent que ces gaz suivent la loi de Henry. Il n'en est pas de même des solutions d'ammoniaque, d'acide chlorhydrique et d'acide sulfureux qui s'écartent beaucoup de cette loi. Ces anomalies proviennent, suivant l'auteur, de ce que ces corps forment avec l'eau de nouvelles combinaisons. Dans une deuxième communication, l'auteur établit la formation d'hydrates et de composés doubles dans les solutions aqueuses des gaz. En dissolvant dans 50 centilitres d'eau 4gr,43 d'ammoniaque, 11,23 de sulfate de sodium hydraté ($Na^2SO^4+10H^2O$), la pression fournie par la solution gazeuse ne varie pas ; mais, si l'on met dans la même solution du sulfate anhydre, la pression augmente considérablement, et cette augmentation est proportionnelle à la quantité d'eau absorbée pour former l'hydrate $Na^2SO^4+10H^2O$. Le chlorure d'argent, au contraire, mis dans une solution d'ammoniaque, abaisse la pression de cette solution et forme vraisemblablement le composé $AgCl.3AzH^3$. — MM. **Stanley Kipping** et **O.-F. Russell** décrivent le *p*-heptyltoluène $C^6H^{13}COC^6H^4Me$ et ses différents composés. — M. **Robert-E. Barnett**, en sublimant le pentachlorure de phosphore commercial sur de la mousse de platine dans un courant d'oxygène, a obtenu une substance insoluble dans l'eau régale. L'analyse lui assigne pour formule PtP^2O^7. C'est une poudre amorphe, insoluble dans l'eau et les alcalis, décomposable par la fusion avec les carbonates alcalins.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

6e ANNÉE N° 13 15 JUILLET 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES MOTEURS A PÉTROLE DE FAIBLE PUISSANCE

Après s'être consacrés pendant plus d'un demi-siècle à l'étude presque exclusive et au perfectionnement des machines à grande puissance, les ingénieurs semblent aujourd'hui très préoccupés d'obtenir des moteurs de quelques chevaux à peine qui soient pratiques et économiquement utilisables. La révolution, si elle se réalise, sera plus grande qu'il ne semble au premier abord. Notre siècle a vu s'élever d'immenses usines où s'engouffrent chaque matin des centaines d'ouvriers des deux sexes ; l'expérience a très clairement démontré qu'une telle agglomération et une telle promiscuité ont été funestes à leur santé et à leurs mœurs. Nous pourrions ajouter aussi funestes sinon à leur intelligence, au moins à leur bon sens, et nous n'en voulons pour preuve qu'un certain nombre des grèves qui ont éclaté au cours de ces dernières années. Les moteurs à faible puissance rendraient la vie aux petits ateliers et même aux ateliers d'appartement, où l'ouvrier, vivant au milieu de sa famille, se sentirait meilleur époux, meilleur père et meilleur citoyen. Sans doute, un bon nombre d'industries, par leur nature, se refusent à cette dispersion. Mais nécessité fait loi ; peut-être plus tard d'autres remèdes viendront-ils? Aujourd'hui, le mal n'est vaincu qu'en partie, soit ; mais n'est-ce pas déjà un immense progrès ?

Il est une autre grande classe de travailleurs auxquels les petits moteurs pourraient rendre d'éclatants services. Ce sont les agriculteurs, classe peu favorisée jusqu'ici par les progrès de l'industrie. C'est qu'en effet, les machines agricoles ne demandent, en général, qu'une très faible force. Les moteurs qu'il était possible d'employer, — locomobiles ou moteurs fixes — étaient coûteux et encombrants comparativement à leur puissance ; ils exigeaient, marchant à la vapeur, un chauffeur-conducteur spécial, produisaient de la fumée et des étincelles, et avaient un rendement détestable. Bref, on ne les adoptait que dans les grandes installations où la rapidité du travail est une condition de première importance. Partout ailleurs on avait recours au travail animal ou même au propre travail de l'homme.

En fait, cette situation ne s'est pas encore sensiblement modifiée. Mais l'instruction et la science ayant aujourd'hui pénétré davantage dans les campagnes, il s'est trouvé des hommes qui ont fait de leur métier de cultivateur une étude complète, qui ont choisi et adopté leurs méthodes de travail sur des bases certaines, sur la théorie, l'expérience et le raisonnement et non plus sur une antique et inintelligente routine. C'est à leur influence que nous devons l'activité qui règne aujourd'hui dans la science agricole et qui se manifeste par des expositions, des concours, des constructions d'écoles, etc. Le concours international qui s'est tenu l'an dernier à Meaux s'est montré particulièrement intéressant. Il réunissait les moteurs utilisant le pétrole lampant d'une densité de 800 à 850, ininflammable à la température ordinaire ; ces moteurs, de faible puissance, ont tous été essayés avec le même pétrole, à vide, à 2, à 4 chevaux environ et à la puissance maximum. On comprend fa-

cilement l'utilité et la sagesse de ces règles : la première a pour but d'éliminer les moteurs consommant les pétroles légers, — gazoline, essence de pétrole — qui, dans une ferme, offriraient de trop grands dangers d'incendie. Les dernières ont permis de comparer équitablement les divers moteurs concurrents et à une puissance quelconque. C'était là un point important; une comparaison faite à une seule puissance, à la puissance maximum, par exemple, n'eût donné que des résultats erronés, les moteurs devant être très souvent appelés à travailler à demi-charge ou à quart de charge seulement.

Les essais ont été faits, avec un soin parfait et suivant une méthode profondément étudiée, sous la direction de M. Ringelmann, professeur à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon, au rapport de qui nous avons emprunté les détails et figures qui vont suivre [1].

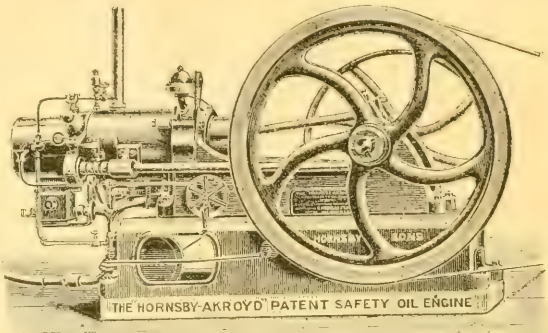


Fig. 1. — *Moteur Hornsby.* — L'arbre de distribution est la tige horizontale qui court d'un bout à l'autre de la figure et passe un peu au-dessous du moyeu du volant. A gauche du volant et au-dessus du cylindre est placé le graisseur, actionné par une petite corde qu'on voit à sa droite et qui prend son mouvement sur l'arbre de distribution. A gauche du cylindre se trouve le vaporisateur; entre ces deux organes et au-dessus de l'extrémité de l'arbre de distribution, on aperçoit le régulateur à boules.

I

Les différents moteurs soumis au concours étaient au nombre de huit :

1° Moteur mi-fixe Hornsby-Akroyd,
2° — Niel,
3° Locomobile Grob,
4° — Merlin et Cie,
5° — Niel.
6° Moteur mi-fixe de Winterthur,
7° — Grob,
8° — Griffin et Cie.

Tous ces moteurs sont à simple effet et du cycle dit à quatre temps, c'est-à-dire que le diagramme complet est fourni par une période de quatre courses du piston pouvant se décomposer ainsi :

1re Course : Course d'arrière en avant. — Le piston, tendant à faire le vide derrière lui, aspire un mélange convenable d'air et de vapeur de pétrole.

2e Course : Course d'avant en arrière. — Toute communication est fermée avec le cylindre; le piston comprime le mélange qu'il vient d'aspirer.

3e Course : Course d'arrière en avant. — Le mélange comprimé est enflammé, il se produit une explosion qui pousse le piston en avant.

4e Course : Course d'avant en arrière. — Une soupape s'ouvre qui laisse s'échapper les produits de la combustion.

Les tiroirs plans ont été supprimés dans les moteurs à pétrole, comme étant d'un entretien trop délicat. La distribution s'effectue au moyen de soupapes maintenues par des ressorts et mues par des cames qui sont commandées par un arbre, dit de distribution, tournant deux fois moins vite que l'arbre de couche, puisqu'elles ne doivent fonctionner que tous les deux tours du volant.

Les principaux points par lesquels les moteurs que nous avons à étudier diffèrent entre eux sont : l'arrivée du pétrole et de l'air, la méthode d'inflammation du mélange explosif, la méthode de refroidissement des parois du cylindre, le mode de régulation et la mise en route.

1. — *Moteur Hornsby* (figure 1). — Les cames de l'arbre de distribution commandent les soupapes d'admission et d'échappement au moyen de leviers. Le levier de la soupape d'admission de l'air conduit en même temps une petite pompe chargée de prélever, au moment voulu, le pétrole nécessaire dans un réservoir contenu dans le bâti et de le refouler dans le vaporiseur par l'intermédiaire du pulvérisateur. Le piston de cette pompe peut n'être entraîné que pendant un certaine partie de la course de levier, ce qui permet de régler la quantité de combustible fournie au moteur. L'allumage se fait spontanément par suite de la chaleur dégagée par la compression et surtout de la température à laquelle se trouvent portées les parois du vaporiseur, température due aux explosions successives qui s'y produisent. Aussi, au démarrage,

[1] *Bulletin du Syndicat agricole de l'arrondissement de Meaux* (15 juin 1894). — *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, tome X, 4e série, n° 110.

est-on obligé de chauffer ce vaporiseur au moyen d'une lampe à pétrole spéciale, placée au-dessous de lui. En même temps on tourne un volant pour mettre en jeu les différents organes du moteur. Le cylindre est muni, en vue d'assurer son refroidissement, d'une enveloppe à circulation d'eau froide. L'eau provient, comme dans la plupart des moteurs fixes, d'un réservoir voisin, pénètre à la partie inférieure du cylindre et s'échappe à la partie supérieure pour retourner au réservoir. Ce courant est produit par la différence de densité entre l'eau chaude qui entoure le cylindre et l'eau plus froide du réservoir. Le régulateur est un régulateur à boules qui, lorsque la vitesse devient trop grande, ouvre une soupape latérale permettant au pétrole de s'échapper avant de pénétrer dans le vaporisateur et de retourner au réservoir particulier qui se trouve dans le bâti.

Les pièces comprises dans le mécanisme sont peu délicates; le moteur est robuste.

2. — *Moteur Niel* (fig. 2). — Dans le moteur Niel, le pétrole, placé au-dessus du cylindre, s'écoule par son propre poids lors de l'ouverture d'une soupape réglable à volonté et commandée par une came de l'arbre de distribution. L'allumage se fait au moyen d'un petit tube en porcelaine maintenu au rouge et mis, aux moments voulus, en communication avec le mélange explosif. La vaporisation du pétrole se fait dans un petit cylindre à ailettes intérieures, qui est également maintenu chaud. La partie la plus originale de ce moteur est le régulateur, formé d'une lame d'acier qui, selon qu'elle a ou qu'elle n'a pas le temps de se redresser pendant un tour de l'arbre, embecquette ou laisse passer la came manœuvrant la soupape d'écoulement du pétrole. Ce moteur est simple et occupe peu de place.

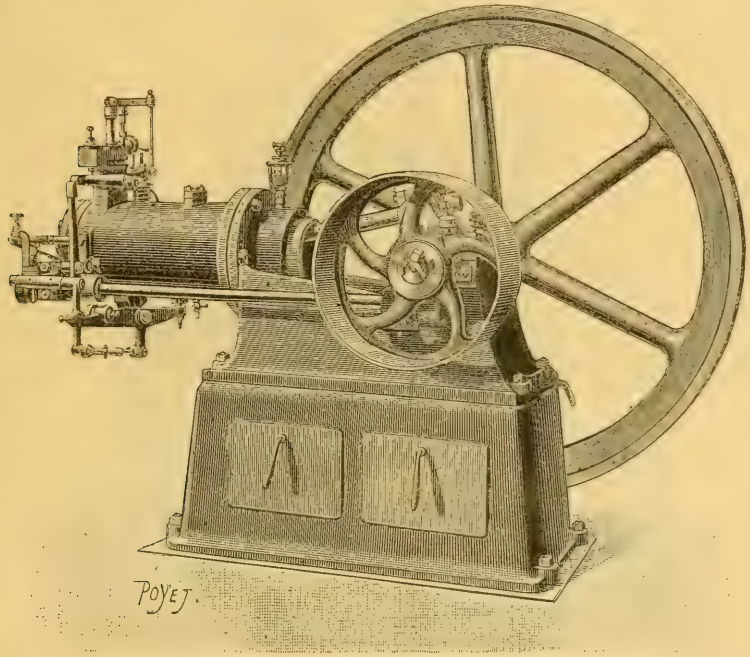


Fig. 2. — *Moteur Niel.* — A la partie inférieure du cylindre on aperçoit l'arbre de distribution, à la gauche duquel sont clavetées les cames servant à la manœuvre des divers organes.

3. — *Locomobile Grob* (fig. 3). — Elle comprend un moteur vertical type pilon, placé vers l'arrière d'un chariot en fer. Elle porte en outre un réservoir à eau (à droite, dans la figure) et un réservoir à pétrole (à gauche, dans la figure). Le gazéificateur est une sorte de tube en V à axe horizontal dont l'extrémité inférieure est maintenue au rouge par une lampe placée au-dessous. L'air arrive dans le cylindre par suite de l'aspiration produite par le piston. Le pétrole y est poussé au moyen d'une

petite pompe à air qui établit, dans le réservoir, une pression d'environ 0k 250. Un clapet règle son introduction. Le régulateur est à force centrifuge, mais la masse se meut dans un plan vertical. Il agit, lorsque la vitesse devient trop grande, en déclenchant la tige de commande du clapet, de sorte que le pétrole ne peut plus pénétrer dans le cylindre. Le mouvement des différentes pièces est provoqué non plus par des cames, mais au moyen d'une combinaison d'excentriques, de bielles et de manivelles. Cette disposition, un peu compliquée, évite le bruit produit par les cames. Pour la mise en train, on établit la pression nécessaire dans le réservoir d'alimentation, le pétrole arrive à la lampe et dès que le gazéificateur est suffisamment chaud, on fait tourner l'arbre moteur au moyen d'une manivelle à rochet. Le refroidissement des parois du cylindre est obtenu par une circulation d'eau, que l'on détermine au moyen d'une petite pompe centrifuge à axe vertical, placée à la partie inférieure du réservoir. La masse d'eau emportée par la locomobile étant assez faible (80 litres), celle qui sort de l'enveloppe du cylindre est répartie par un tourniquet hydraulique sur des claies où elle se refroidit ; puis elle retourne au réservoir

Le moteur peut être enfermé dans une enveloppe en tôle et mis ainsi à l'abri des poussières.

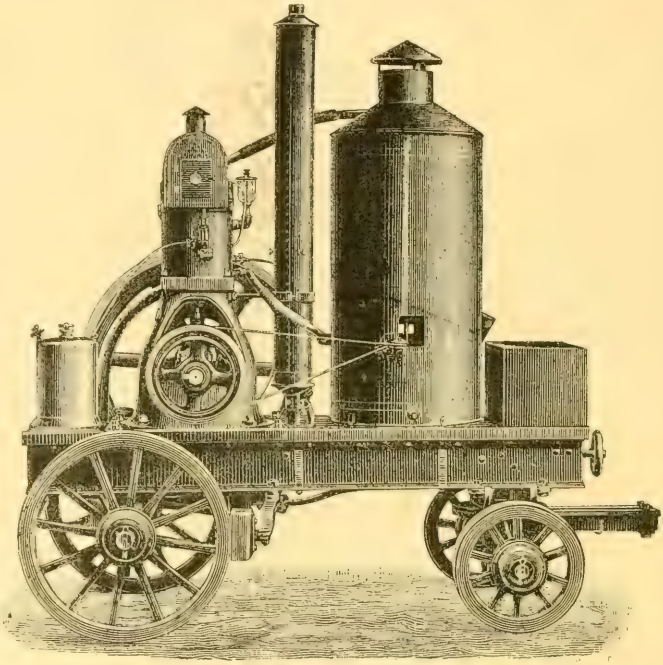


Fig. 3. — *Locomobile Grob.* — En allant de la gauche à la droite on voit sur le chariot le réservoir à pétrole, le moteur, la cheminée, qui communique avec le cylindre par l'intermédiaire d'un pot d'échappement invisible sur la figure et logé entre les longerons du chariot. Enfin à droite se trouve le réservoir à eau. Entre celui-ci et le moteur on aperçoit la courroie de la petite pompe centrifuge assurant la circulation de l'eau. L'axe de cette pompe est vertical. Deux galets visibles près de l'ouverture pratiquée à la partie inférieure du réservoir donnent à la courroie la direction nécessaire.

4. — *Locomobile Merlin et Cie* (fig. 4). — Le moteur vertical, du type pilon, est placé au-dessus de l'essieu d'arrière ; en avant se trouve le réservoir à eau, sorte de caisse en forme de parallélipipède droit. Le réservoir à pétrole se trouve sous le moteur et le liquide monte au cylindre, comme dans l'exemple précédent, sous l'effort d'une pression obtenue au moyen d'une petite pompe à air. La disposition la plus intéressante de cette locomobile est l'action donnée au régulateur sur la pompe à eau, de sorte que celle-ci cesse de fonctionner lorsque les explosions ne se produisent pas et que l'on évite un refroidissement exagéré des parois du cylindre. Cette locomobile offre une très grande stabilité pendant le travail.

5. — *Locomobile Niel.* — Le moteur est analogue au moteur du même nom que nous avons vu plus haut, sauf que l'arbre de distribution est parallèle à l'arbre moteur au lieu de lui être perpendiculaire, que le régulateur est à boules et à force centrifuge et que le mode de refroidissement est basé sur le même principe que celui de la locomobile Grob.

6. — *Moteur de Winterthur.* — Il est du type vertical pilon et est complètement enfermé dans le bâti, de sorte qu'à l'extérieur on n'aperçoit que le volant et le disque du régulateur. Sous le rapport de l'allumage et de la formation du mélange

explosif, il est analogue au moteur Niel. Il est robuste et capable de fournir un travail satisfaisant dans un endroit rempli de poussières.

7. — *Moteur Grob* (fig. 5). — Ce moteur est analogue au moteur porté par la locomobile du même système. Il a un peu plus de hauteur, le piston s'articulant à la bielle par l'intermédiaire d'une tige. La tige était supprimée dans la locomobile. D'autre part, la pompe à air a disparu, le cylindre et la lampe recevant le pétrole de deux réservoirs différents placés au-dessus de la machine.

8. — *Moteur Griffin et Cie* (fig. 6). — Ce moteur présente quelques détails intéressants. Les gaz d'échappement sortent à une température aussi élevée que possible (en pratique, 50 à 70°) et servent à chauffer une enveloppe cylindrique dans laquelle est injecté le pétrole. Il s'y vaporise et forme avec l'air qu'il y trouve le mélange explosif aspiré ensuite dans le cylindre. Pendant cette vaporisation, il se produit une distillation, par suite de laquelle une partie des huiles lourdes se dépose. Elles sortent par un purgeur et servent au graissage de la machine, sauf cependant à celui du cylindre qui est effectué automatiquement par la portion entraînée avec le mélange explosif. L'air nécessaire est fourni au moteur et comprimé à la pression de 0 k,820 par une petite pompe commandée par l'arbre de distribution.

Le régulateur agit en bloquant la soupape d'admission et la soupape d'échappement, de sorte que, jusqu'au rétablissement de la vitesse convenable, le moteur comprime et laisse se dilater alternativement les gaz de la chambre d'explosion.

Tels sont les principaux points qui distinguent les différents moteurs soumis au concours. Il est des détails que nous avons passés sous silence, ne voulant mettre en vue que ceux dont l'originalité est bien marquée; la mise en route, par exemple, que nous n'avons pas signalée pour quelques-uns d'entre eux, se fait évidemment toujours à la main.

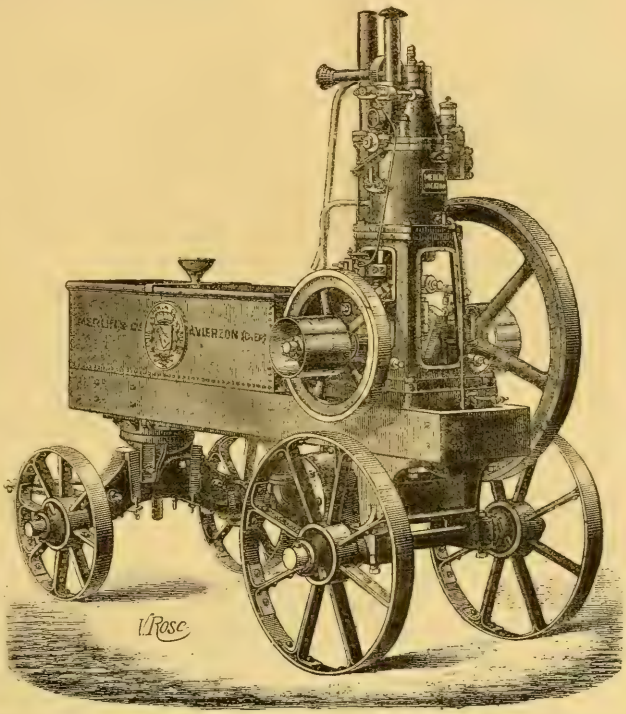


Fig. 4. — *Locomobile Merlin.* — Le moteur vertical est à droite de la figure; sur l'avant du chariot se trouve le réservoir à eau.

II

Les études et essais ont porté sur le prix de revient de la journée de travail (amortissement de la machine, entretien : frais de mécanicien, consommation d'huile, de graisse et de chiffons), sur la construction et le fonctionnement (possibilité de marche aux différentes puissances, régularité de vitesse, facilité d'allumage, temps d'allumage), et enfin sur le rendement thermique qui était évalué en comparant le pétrole consommé par heure (représentant un certain nombre de calories, déterminé par l'étude préalable du pouvoir calorifique du pétrole) avec le travail fourni, mesuré au frein et transformé en calories. Le frein employé devait satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pouvoir être appliqué sur le volant de chacune des machines, quels qu'en soient le diamètre, la largeur et la vitesse.

2° Être automatique. Les essais devant, en effet, durer plusieurs heures chacun, il convenait de

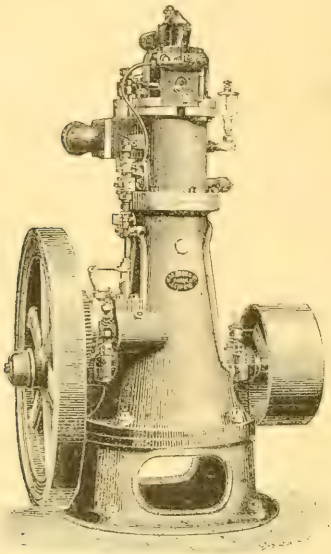


Fig. 5. — *Moteur Grob.* — On voit très peu de chose des organes de ce moteur. Une enveloppe métallique de forme [illegible] cache les articulations qui relient le [illegible] au cylindre situé à la partie supérieure.

ne pas faire faire à la main le réglage du frein.

La solution adoptée avait, d'ailleurs, l'avantage d'éviter toute source de réclamations à ce sujet ;

3° Agir sous l'action d'un poids et non d'un ressort, afin d'éviter les difficultés de lecture qu'auraient pu présenter les oscillations d'une aiguille.

Fig. 7. — *Principe du frein de M. Ringelmann.* — O, centre de rotation; R, volant de la machine; P, poids; a, a', a'', positions diverses occupées par le crochet d'attache du poids P.

Voici (fig. 7) quel a été le frein adopté par M. Ringelmann. Il est formé d'un ruban de fer feuillard et maintenu par un poids P suspendu à un crochet a. Si le travail moteur augmente, le frein tend à être entraîné dans le sens du mouvement et le crochet passe, par exemple, de a en a'. Au contraire, il passerait de a à a'' si le travail moteur diminuait.

Fig. 6. — *Moteur Griffin.* — Dans le socle de la machine se trouve logée l'enveloppe cylindrique à l'intérieur de laquelle se forme le mélange explosif. On aperçoit à la droite de la figure la conduite qui relie cette enveloppe au cylindre. De l'autre côté du moteur sont placés l'arbre de distribution et les différents organes de commande, invisibles par conséquent en grande partie sur notre figure.

Le problème est d'utiliser ces déplacements pour opérer le réglage. Dans ce but, le frein est formé de deux parties, A et B (fig. 8), réunies d'un côté par une vis V, qu'on règle, une fois pour toutes, au commencement de chaque expérience, et, d'un autre côté, par une entretoise E, solidaire d'un secteur SS'. Ce secteur est maintenu par deux cordes *maS* et *S'bnp*. La corde *maS* est fixée en *S* et en *m*, qui est un point fixe où elle s'enroule autour d'un petit tendeur à treuil destiné à faciliter le réglage primitif. La corde *S'bnp* est fixée en *S'*, passe sur une poulie *n* et est tendue par un poids *p*. On règle la position moyenne du secteur, de manière que *b* puisse venir dans le prolongement de *a*. Si, au cours de l'essai, le frein est entraîné, le point O s'abaisse légèrement (fig. 9), le secteur roule sur la corde *ab* et le point O' vient en O'$_1$, allongeant le frein d'une quantité *y*. Si, au contraire, un desserrement avait eu lieu, l'action inverse se serait produite.

Afin de n'avoir point, pendant le cours d'un essai à toucher à la vis V (fig. 8), il était nécessaire d'avoir toujours un graissage uniforme. Il était effectué au moyen d'eau de savon s'écoulant par le tube *t* (fig. 8), et l'on avait arrangé les choses de manière à obtenir une charge d'eau constante. La figure 10 fait bien comprendre le dispositif employé. On emploie trois réservoirs A, B et I. Le réservoir B est muni d'un trop-plein *d* et d'un robinet R par où s'écoule l'eau de savon. Cette eau tombe d'un réservoir supérieur A par un robinet *r* et traverse un filtre *f*. Le robinet *r* a un débit supé-

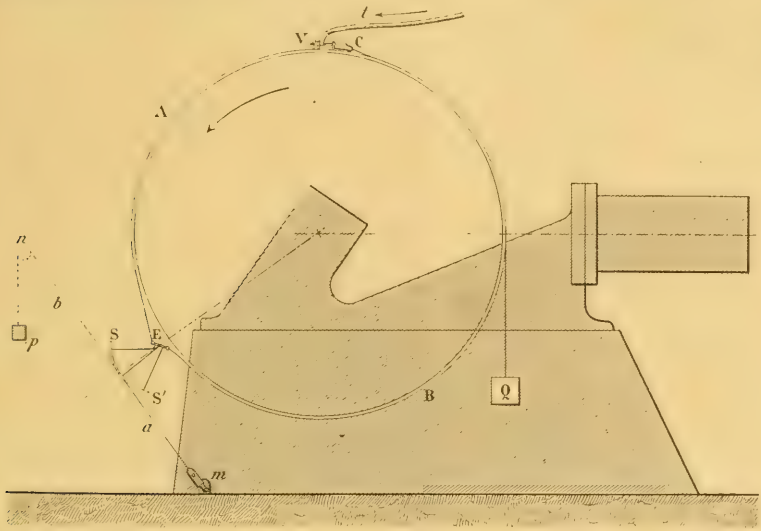


Fig. 8. — *Montage du frein de M. Ringelmann sur un moteur à pétrole.* — A et B, rubans de fer feuillard composant le frein; V, vis de réglage du frein; E, entretoise réunissant les deux parties du frein; SS', secteur servant au réglage automatique; *a* et *b*, cordes; *n*, petite poulie auxiliaire; *p*, poids auxiliaire; *m*, petit tendeur à treuil servant de point d'attache pour la corde *a*; Q, poids du frein; C, crochet d'attache du poids Q; *t*, petit tube amenant l'eau de savon nécessaire au graissage. Le moteur a été représenté par une silhouette couverte de hachures, excepté le volant qui a été laissé en blanc.

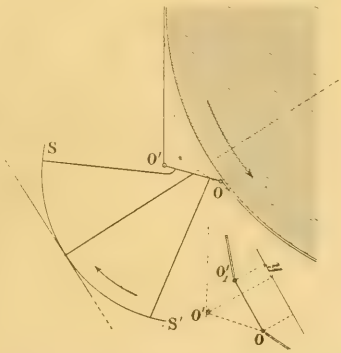


Fig. 9. — *Principe du secteur effectuant le réglage automatique du frein.* — SS', secteur de réglage; OO', extrémités de l'entretoise reliant le secteur au frein; O'$_1$, seconde position du point O'; *y*, quantité dont le frein s'est allongé après le déplacement du point O'. La partie recouverte de hachures représente une portion du volant; la flèche, son sens de rotation.

rieur à R, de sorte que la charge sur celui-ci reste toujours constante et égale à *h*. L'eau, qui se déverse par le trop-plein *d*, est conduite par un tube *m* dans le réservoir inférieur I, d'où, au moyen d'une pompe P, on la ramène en A. Un petit niveau *n* permet à chaque instant de se

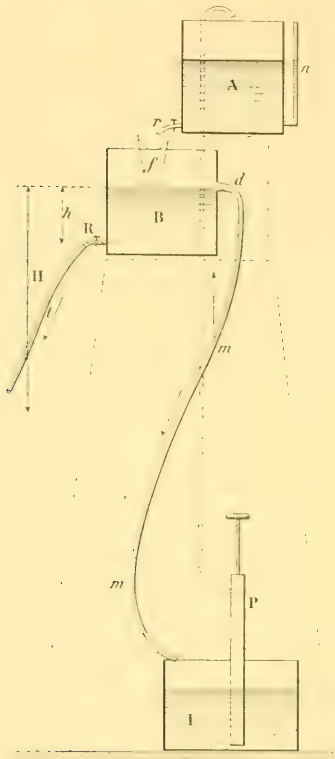


Fig. 10. — *Appareil pour la lubrification automatique du frein.* — A, B, I, réservoirs à eau de savon; *d*, trop-plein du réservoir B; R, robinet par lequel s'écoule l'eau de savon allant au frein; *t*, tube conduisant au frein; *r*, robinet par lequel l'eau de savon s'écoule du réservoir A; *f*, filtre; *m*, tube conduisant l'eau de savon du réservoir B au réservoir I; P, pompe à main servant à refouler le liquide du réservoir I dans le réservoir A; *n*, petit tube de niveau.

rendre compte de la quantité d'eau qui reste dans ce dernier réservoir. « Pensant, dit M. Ringelmann, « que ce frein pourra rendre des services dans les « ateliers de construction, je le laisse dans le « domaine public, ne voulant par cette Note que « prendre date et en faire connaître le principe. »

Tous les moteurs, nous l'avons dit, ont été essayés avec le même pétrole et il a été fourni aux concurrents, sans limitation d'aucune sorte, les quantités qu'ils ont demandées. Ce pétrole avait été préalablement minutieusement étudié : au point de vue de la densité du point d'éclair (*flashing-point*), du point d'inflammation (*burning-point*) et de la distillation fractionnée, par M. A. Riche, membre

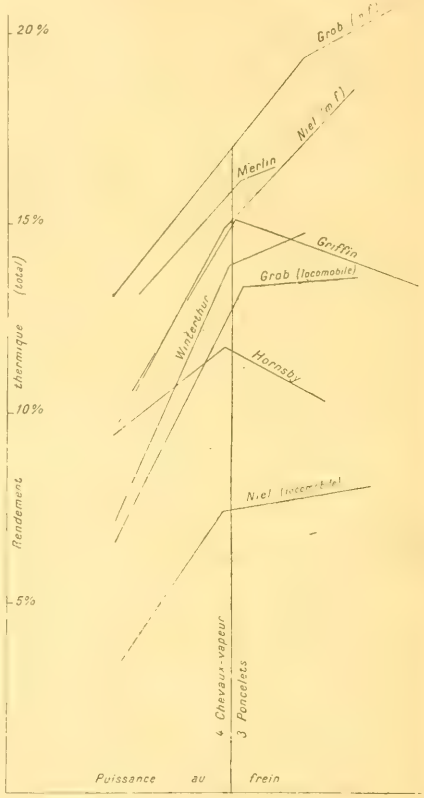


Fig. 11. — *Courbes de rendement thermique des moteurs.*

de l'Académie de Médecine, directeur du Laboratoire des Expertises au Ministère du Commerce et de l'Industrie, — au point de vue de la détermination de son pouvoir calorifique, par M. P. Mahler, ingénieur civil des Mines. Enfin, M. J. Crochetelle, répétiteur de Chimie à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon, ancien élève de l'École municipale de Physique et de Chimie de la Ville de Paris, en avait fait l'analyse et avait déterminé la quantité d'air nécessaire à sa combustion complète.

Ajoutons encore que les concurrents ont eu tout le temps qui leur a été nécessaire pour régler leurs moteurs. C'est seulement sur leur propre invitation que les essais proprement dits commençaient.

Certains réglages ont même duré plusieurs jours.

Les chiffres donnant le résultant des essais ont été fournis à M. Ringelmann par la moyenne de 6, 10, quelquefois 15 observations, faites de 10 en 10 minutes.

Ces chiffres permettent d'établir un certain nombre de courbes correspondant aux diverses propriétés que l'on veut étudier. La figure 11 reproduit les courbes de rendement thermique d'où l'on déduit, pour un travail exact de 4 chevaux :

Grob (mi-fixe)	Rendement 17.1 %
Merlin	16
Niel (mi-fixe)	15.3
Griffin	15.1
Winterthur	14.1
Grob (locomobile)	12.8
Hornsby	11.7
Niel (locomobile)	7.6

Si l'on cherche à se rendre compte de la répartition de la chaleur fournie et qu'on fasse le calcul pour 4 chevaux, on trouve les proportions données par la figure 12. Les figures 13 et 14

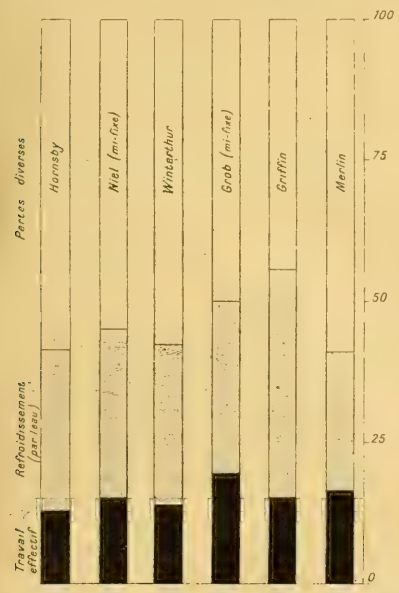


Fig. 12. — *Répartition de la chaleur fournie au moteur pour un travail exact de 4 chevaux.*

nous donnent respectivement la courbe de consommation horaire du pétrole et la comparaison des consommations journalières. Pour établir ces derniers chiffres, il a été admis, d'après des observations antérieures, qu'un moteur de 4 chevaux travaille en 10 heures :

1 heure à vide
2 — à 2 chevaux
6 — à 4 —
1 — à 5 —

III

Ce qui caractérise les essais de M. Ringelmann, c'est non seulement le soin scrupuleux avec lequel il les a faits, mais c'est aussi l'enseignement qu'il a cherché à en retirer. Tel moteur avait un mauvais rendement thermique, tel autre un rendement meilleur. La comparaison des détails

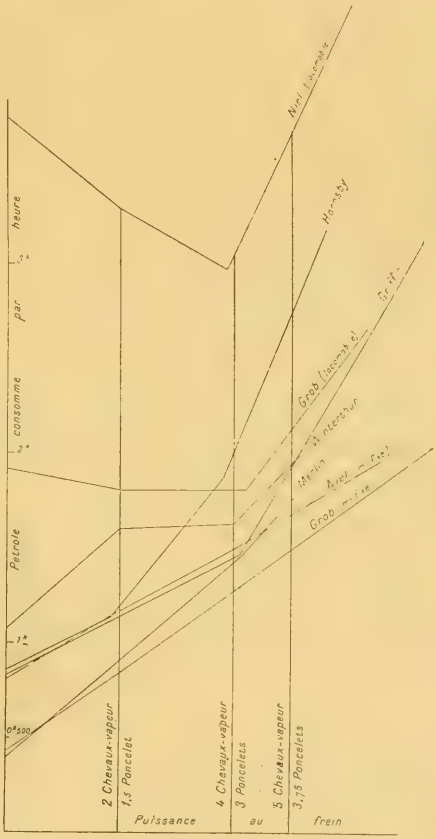


Fig. 13. — *Courbes donnant les quantités consommées par chaque moteur en une heure et aux différentes forces.*

de construction et de fonctionnement faisait connaître les causes du défaut chez le premier, de la qualité chez le second, de sorte que public et constructeurs, tout le monde a pu trouver un réel profit dans les résultats du concours. Ce n'est pas là un mince mérite. Écoutons, par exemple, les obser-

vations suggérées par l'examen des courbes de rendement thermique :

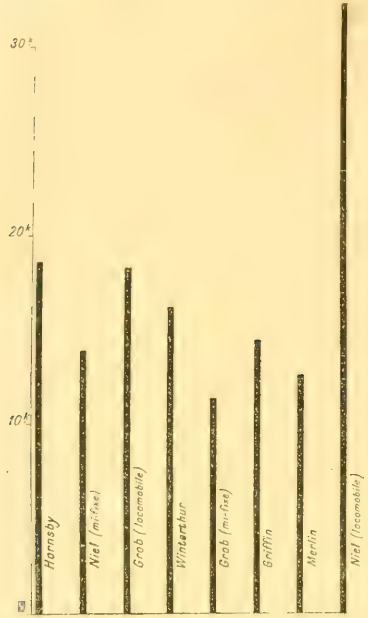


Fig. 14. — *Comparaison des consommations journalières de pétrole pour chaque moteur.*

Grob mi-fixe. — La quantité d'air était suffisante aux faibles charges, mais diminuait en approchant du maximum.

Merlin. — Refroidissement exagéré vers le maximum.

Niel mi-fixe. — Refroidissement régulier; quantité d'air convenable.

Griffin. — Trop de pétrole et pas assez d'air vers le maximum.

Winterthur. — Quantité d'air insuffisante, refroidissement irrégulier.

Hornsby. — Quantité d'air trop forte; refroidissement exagéré.

Rappelons que, dans ce moteur, la température du vaporiseur est entretenue par la chaleur dégagée dans les explosions successives de sorte que, lorsque le nombre de celles-ci est insuffisant, comme aux faibles charges, le mélange air et pétrole ne s'enflamme plus et le moteur s'arrête fréquemment.

Grob locomobile. — Refroidissement exagéré ; admission d'air irrégulière et insuffisante aux faibles charges.

Niel locomobile. — Refroidissement exagéré, quantité d'air insuffisante.

« Nous regrettons, dit quelque part M. Ringelmann, de ne pouvoir indiquer dans ce Rapport toute une série de recherches entreprises sur les moteurs concurrents et résultant de nos essais comparatifs; ce sont des considérations générales, d'ordre scientifique, sur les moteurs à pétrole, qui sont pour ainsi dire étrangères au classement[1]. »

A. Gay,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

COMPARAISON DES ACTIONS CHIMIQUES

DE LA LUMIÈRE ET DE LA CHALEUR

MÉTHODES DE M. G. LEMOINE

Les actions chimiques produites sous l'influence de la lumière sont relativement nombreuses et quelques-unes présentent une grande importance. Telles sont : l'oxydation des substances organiques par certains sels métalliques, notamment les sels d'argent, les sels chromiques, les sels ferriques; l'action du chlore et des halogènes sur l'hydrogène et les composés hydrogénés ; l'action de la chlorophylle sur l'acide carbonique ; etc...

Toutes ces actions sont bien connues qualitativement, mais elles ont donné lieu à très peu d'études quantitatives ; ce sont, d'ailleurs, pour la plupart, des réactions exothermiques irréversibles ; elles portent sur des systèmes primitivement hors d'équilibre, maintenus dans leur état actuel par des résistances passives, et la lumière agit seulement en détruisant ces résistances, en amenant les corps du système à un état tel qu'ils puissent réagir entre eux. Dans toutes les réactions qui se produisent sous l'influence de la lumière, cet agent n'intervient que pour produire un travail prélimi-

[1] Les clichés des figures insérées dans cet article ont été obligeamment prêtés à la *Revue* par la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.*

naire, et fournit, par suite, une quantité d'énergie qui n'a aucune relation avec l'énergie mise en jeu par la réaction produite. Mais cela ne veut pas dire que l'énergie fournie par la lumière ne présente pas de relation avec l'effet produit à chaque instant, c'est-à-dire avec la marche de la réaction. Lorsque les dégagements de chaleur, produits par une réaction, seront suffisamment faibles pour être neutralisés par le refroidissement dû au contact des corps extérieurs au système, la réaction, quoique exothermique, ne s'accélèrera pas d'elle-même, ne deviendra pas explosive et prendra une marche parfaitement régulière dans des conditions déterminées. Dans ce cas, il y aura une relation entre l'énergie fournie au système et la quantité de substance modifiée.

Les conditions nécessaires pour que l'on puisse étudier l'énergie fournie par une source, au moyen de la marche d'une réaction exothermique, ont été indiquées nettement par M. Georges Lemoine [1]. Au point de vue de l'étude de l'action chimique de la lumière, ce résultat a une importance capitale, puisque l'on ne connaît pas de réaction non exothermique se produisant sous l'influence de cet agent.

La réaction du chlorure ferrique sur l'acide oxalique, qui répond à la formule :

$$Fe^2Cl^6 + C^2O^4H^2 = 2FeCl^2 + 2HCl + 2CO^2$$

remplit toutes les conditions nécessaires à une étude de ce genre; à froid, dans l'obscurité, elle se produit avec une vitesse pratiquement nulle (d'après M. Lemoine, au bout d'un siècle, à 15°, le quart seulement des substances mélangées aurait réagi). Sous l'influence de la lumière, la réaction commence immédiatement, suivant une marche régulière et cesse instantanément quand on supprime l'éclairement. La quantité de substance décomposée par unité de temps, la vitesse de la réaction sera, dans ces conditions, une fonction de l'intensité lumineuse ; on peut admettre, comme première approximation, qu'il y a proportionnalité entre ces deux grandeurs.

La réaction peut aussi se produire dans l'obscurité à une température suffisamment élevée. Elle se prête donc à une comparaison entre la chaleur et la lumière au point de vue de l'action chimique. Cette étude, dont la réalisation présentait de grandes difficultés, a été effectuée dans ces dernières années par M. Georges Lemoine, qui en a fait l'objet de plusieurs publications dans les *Comptes Rendus* de l'Académie des Sciences et les *Annales de Chimie et de Physique*.

Le samedi 18 mai, M. Lemoine a résumé ses recherches dans une conférence faite devant la Société Chimique de Paris. Nous essaierons de donner une idée des principaux résultats fournis par ce remarquable travail.

I. — Étude de la réaction produite dans l'obscurité

Considérons un mélange d'acide oxalique et de chlorure ferrique en proportions équivalentes. Ce mélange, maintenu dans l'obscurité à une température constante supérieure à 50°, donne lieu à une réaction régulière dont on peut suivre la marche, soit en observant le volume d'anhydride carbonique dégagé, soit en prélevant de temps en temps une petite quantité de liquide dans laquelle on dose, au moyen de permanganate de potasse, le chlorure ferreux formé.

M. Lemoine a trouvé que la marche de la réaction pouvait toujours être représentée très approximativement par la formule :

$$\frac{dy}{dt} = K(p - y)$$

ou

$$\log\left(1 - \frac{y}{p}\right) = -Kt$$

dans laquelle p représente la quantité totale de mélange employée, y la portion de ce mélange qui a réagi au bout du temps t, K une constante numérique qui dépend uniquement des conditions de l'expérience, mais garde la même valeur pour des conditions déterminées et que l'on fixera au moyen d'une des observations faites dans chaque cas [1].

Pour faire voir quelle concordance il y a entre les résultats de l'observation et ceux fournis par cette formule, nous reproduisons (Tableau I) l'un des nombreux tableaux établis par M. Lemoine; il est relatif à une expérience faite à 100° sur 40cc du mélange des solutions normales (1 molécule par litre) :

Tableau I

TEMPS	VOLUME DE CO^2 OBSERVÉ	VOLUME DE CO^2 CALCULÉ
30'	40 cc.	37
1 heure	73	71
1 heure 30'	103	102
2 heures	132	131
3 heures.	183	donnée

[1] G. Lemoine. — Mesure de l'intensité lumineuse par l'action chimique produite; expériences avec les mélanges d'acide oxalique et de chlorure ferrique. *Comptes Rendus* de l'Académie des Sciences. 25 février 1895.

[1] Cette formule, qui exprime que la quantité de substance décomposée par unité de temps est proportionnelle à la masse active, a été donnée par M. Berthelot dans ses recherches sur l'éthérification.

Le dernier chiffre observé a été employé pour calculer la constante K.

L'ensemble des expériences effectuées permet d'établir des formules qui expriment la variation de K en fonction de la température t et de la dilution.

La formule qui donne la variation de K en fonction de la température t est la suivante :

$$\log. K = -20,37 \frac{121 - t}{273 + t}.$$

Voici quelques valeurs de K relatives à différentes températures :

49°	0.000025
71°	0.00061
85°	0.0071
91°	0.0165
94°	0.0270
99°5	0.0667
108°	0.20
115°	0.50
123°5	1.05

Pour tenir compte de la dilution, on emploie la formule :

$$K = 0,968 + 1,533 \log (\Delta + 0,05)$$

dans laquelle Δ représente la dilution, par rapport aux liquides normaux, c'est-à-dire que $\Delta = 10$ pour les liquides $\frac{1}{10}$ normaux ($\frac{1}{10}$ de molécule par litre).

Ces formules s'appliquent très sensiblement dans tous les cas, c'est-à-dire que la formule relative à la température conserve la même forme, quelle que soit la concentration, et que la formule relative à la dilution n'est pas considérablement modifiée par la température.

On voit donc que la marche de la réaction, parfaitement régulière, est complètement déterminée au moyen d'une seule constante, constante qui peut d'ailleurs être calculée au moyen de deux formules simples quand on connaît les conditions de l'expérience.

On voit aussi qu'au-dessous de 50°, la réaction dans l'obscurité est pratiquement nulle ; cette température n'étant presque jamais dépassée dans un liquide exposé au soleil, tout l'effet observé dans ce cas sera donc attribuable à la lumière.

II. — Étude de la réaction produite sous l'influence de la lumière

L'étude de la réaction produite sous l'influence de la lumière est rendue très délicate par les phénomènes d'absorption, qui font que l'intensité lumineuse aux différents points du liquide varie avec la forme du vase et la coloration du liquide. Si la loi simple, trouvée pour la chaleur, subsiste, ce n'est évidemment que pour une masse de liquide d'épaisseur assez faible pour qu'on puisse la considérer comme soumise à une même intensité lumineuse en ses différents points. La vérification de cette loi constitue donc un problème qui peut se poser de la façon suivante : Comparer avec l'expérience les résultats calculés pour la décomposition produite au bout d'un temps déterminé dans un vase de forme connue et pour une dilution donnée, si l'on admet que la loi élémentaire de décomposition est représentée par la formule :

$$\frac{dy}{dt} = K (p - q).$$

K dépendant de la dilution et de l'intensité lumineuse, qui est elle-même fonction de l'épaisseur de liquide traversée, de la forme du vase et du temps, puisque la coloration se modifie à mesure que la réaction s'avance. Ce simple énoncé montre quelle est la complexité de la question et quelle énorme suite de déterminations il faudra faire pour l'élucider complètement. Nous ne pouvons indiquer ici que quelques-uns des points les plus importants.

On conçoit d'abord qu'il suffit de considérer une tranche mince rectangulaire de liquide, la section d'un vase quelconque pouvant toujours être divisée en éléments rectangulaires.

L'intensité de la lumière solaire peut être regardée comme constante pendant la durée d'une même expérience, dans des conditions convenables, et la variation d'une expérience à l'autre sera éliminée si l'on a soin d'opérer toujours comparativement sur un mélange-type placé dans des conditions invariables.

L'étude de l'absorption est effectuée en partant de ce fait d'observation que la transparence de l'eau et de l'acide oxalique peut être regardée comme complète et que, par suite, l'absorption du mélange d'acide oxalique et de chlorure ferrique est la même que celle d'une solution de chlorure ferrique contenant la même quantité de fer. On peut alors étudier la décomposition opérée, dans des cuves déterminées pour un même mélange, en interposant des épaisseurs variables de chlorure ferrique plus ou moins dilué et éclairant, soit par de la lumière blanche, soit par de la lumière transmise à travers divers milieux colorés.

L'ensemble des résultats obtenus ainsi peut se résumer de la façon suivante :

Si l'on prend comme unité l'intensité de la lumière incidente, et si l'on désigne par n, n', n'', etc..., la proportion des différentes radiations qui la composent, l'intensité, après une couche de liquide d'épaisseur λ, sera :

$$i = na^{\lambda} + n'a'^{\lambda} + n''a''^{\lambda} + \ldots$$

Pratiquement, on pourra se contenter d'une

formule à 4 termes, ce qui revient à considérer la lumière blanche comme formée de quatre groupes de radiations pour chacun desquels il n'y aurait qu'une loi d'absorption; par exemple, pour le mélange de liquides normaux, la formule de transmission correspondant à la lumière émise par un ciel pur, dans la belle saison, sera :

$$i = 0{,}01\,(0{,}986)^{\lambda} + 0{,}07\,(0{,}40)^{\lambda} + 0{,}13\,(0{,}10)^{\lambda} + 0{,}79\,(10^{-10})^{\lambda}$$

Cette formule donne l'intensité lumineuse et, par suite, la décomposition produite dans une tranche infiniment mince; pour avoir l'ensemble de la décomposition dans une tranche d'épaisseur l, il faudra intégrer entre 0 et l. La décomposition produite dans cette tranche sera représentée par la formule :

$$\frac{1}{l}\left\{ n\int_0^l a^l + n'\int_0^l a'^l + n''\int_0^l a''^l + \ldots \right\}.$$

Cette formule permet de calculer la décomposition relative pour des cuves de différentes épaisseurs. Le tableau II ci-joint donne pour quelques cas les valeurs calculées et les valeurs observées. On a pris comme unité la décomposition produite dans une cuve de 4 millimètres d'épaisseur :

TABLEAU II

ÉPAISSEUR DES CUVES	1 m/m	10 m/m	25 m/m	65 m/m	
Rapports calculés	2.76	0.51	0.30	0.18	
Rapports observés	2.62	0.76	0.26	0.15	temps nébuleux
»	2.81	0.46	0.33	0.15	brume générale
»	2.90	0.53			très beau temps

Ceci se rapporte au début de la réaction, c'est-à-dire à un temps assez court pour que la réaction ne modifie pas sensiblement la couleur de la solution. Connaissant l'absorption relative aux différentes dilutions, on peut déterminer d'une façon complète la marche progressive de la réaction pour un temps quelconque. La formule à laquelle conduit le calcul est :

$$Kt = 0.434\,\frac{y}{p} - b\log.\left(1 - \frac{y}{p}\right).$$

Par exemple, pour la décomposition dans un tube circulaire de 14 millimètres de diamètre, contenant des liquides normaux, M. Lemoine donne la formule :

$$Kt = 21.157\left\{1.159\,\frac{y}{p} - \log\left(1 - \frac{y}{p}\right)\right\}$$

et le tableau III ci-contre contient les résultats fournis par cette formule et par l'expérience pour les temps nécessaires au dégagement de différents volumes de gaz.

TABLEAU III

VOLUME DU GAZ DÉGAGÉ	TEMPS OBSERVÉ	TEMPS CALCULÉ
26.5	17m	14m
61	32	32.8
96	52	52.9
119	67	donnée
158	96	93.2

M. Lemoine a cherché, en outre, à comparer l'influence de la dilution dans le cas de la lumière et dans le cas de la chaleur; il a trouvé une variation de même ordre et même des coefficients très voisins les uns des autres.

La concordance entre les résultats de l'observation et ceux du calcul montre donc que la même loi élémentaire représente la marche de la réaction, que celle-ci se produise dans l'obscurité ou à la lumière. L'influence de la lumière consiste donc à augmenter la vitesse de la réaction à une température déterminée.

Au point de vue général, la conclusion qui se dégage de ces patientes recherches est que la marche d'une réaction, produite dans des conditions très variées et sous l'influence de causes diverses, peut se calculer au moyen de formules simples ne comportant qu'un petit nombre de coefficients indéterminés. C'est là un résultat important, si l'on considère que le but le plus immédiat de la Chimie consiste à rassembler des lois, des règles, des formules permettant de prévoir qualitativement et quantitativement les modifications que subira un système donné placé dans des conditions déterminées. La plupart des savants qui poursuivent ce problème font porter leurs efforts sur l'étude des réactions réversibles et des équilibres chimiques. Les belles recherches de M. Lemoine montrent que le calcul peut également suivre dans ses détails la marche des réactions irréversibles.

Georges Charpy,
Docteur ès sciences.

LA PHAGOCYTOSE NORMALE

De nos jours, les termes de « *phagocyte* » et de « *phagocytose* » font presque partie du langage courant; ils sont compris, non seulement des spécialistes, mais encore de toutes les personnes qui s'intéressent aux choses de la biologie et de la médecine. La première de ces expressions (tirée du grec) veut dire *cellule mangeante*. C'est bien le nom qui convient: les phagocytes sont, en effet, chargés de dévorer et de détruire, par cela même, les éléments dont l'organisme doit se débarrasser. Ils ne se forment point spontanément, et ne sont pas permanents; ils proviennent de plusieurs des tissus qui existent déjà dans l'économie, résultent d'une transformation des cellules de ces derniers, et se montrent seulement lorsque leur fonction est nécessaire; leur rôle rempli, ils meurent et disparaissent. La phagocytose est l'ensemble des phénomènes qui conduisent à la production des phagocytes, à leur multiplication, et à leur emploi.

La mieux connue de ces utilisations est la résistance aux microbes. Les micro-organismes pathogènes, capables de déterminer des troubles graves par leur pénétration dans le corps, sont entravés dans leur pullulation par les phagocytes; ceux-ci prennent naissance dans les tissus où les microbes sont parvenus, les entourent, et les détruisent, si possible. Cette lutte intime est l'un des procédés par lesquels l'économie s'oppose à l'envahissement des germes infectieux. Une telle fonction, si importante sous le rapport pathologique, explique pour quelle raison la phagocytose est prise, d'habitude, comme un phénomène de l'ordre médical. Son nom éveille implicitement, dans l'esprit, les idées de l'infection microbienne et du conflit cellulaire qu'elle soulève. Souvent même, elle n'est considérée qu'à ce titre unique, comme si ce rôle était le seul qui lui incombât.

Cependant, tel n'est pas le cas. La phagocytose n'est point, d'une manière stricte, un fait pathologique, lié à la résistance aux microbes. Elle représente, dans la réalité, une fonction habituelle et constante; elle est utilisée dans certains cas, par exemple dans celui d'un afflux de micro-organismes, pour lutter contre eux et les détruire; mais sa portée est plus générale. Elle est destinée à assurer l'élimination des éléments devenus inutiles, dont la nature empêche la sortie directe et immédiate par les émonctoires habituels. Grâce à elle, ces éléments sont réduits en menues parcelles, morcelés, puis dissous; les parties nutritives sont conservées, et les autres rejetées.

Étant donné cet emploi, l'adulte utilise peu, dans l'état normal, une telle fonction, et ne s'en sert guère que pour amener la destruction des cellules mortes dans la profondeur des tissus. Ces dernières commencent par se fragmenter; puis elles sont entourées par les cellules conjonctives voisines, ou par des globules lymphatiques; ceux-ci attaquent les parcelles ainsi engendrées, les dissolvent, conservent pour eux ce qui est alimentaire, et expulsent le reste dans le plasma circulatoire. Un phénomène de ce caractère est relativement d'une faible portée, sauf chez les animaux inférieurs, où son action, plus intense, est d'une efficacité réelle dans la désassimilation. Il s'adresse seulement, chez l'adulte, à des cellules isolées, ou à des groupes cellulaires d'un faible volume. Il n'en est pas de même pour l'embryon. Ce dernier possède, assez fréquemment, des appareils qui lui appartiennent en propre, et qui doivent disparaître au moment où il arrive à l'état parfait. Devenus inutiles, ils s'atrophient et cessent d'exister. Cette résorption est effectuée, d'ordinaire, au moyen de la phagocytose. C'est ainsi que se manifeste la haute valeur de cette dernière, car elle s'exerce constamment sur ces appendices embryonnaires, et s'accomplit aux dépens d'organes volumineux d'habitude, dont les fonctions se trouvent bien déterminées.

I

Les annexes embryonnaires sont des plus variés, suivant les animaux. Leur présence a pour résultat de donner au corps une forme bien différente de celle qu'il aura lors de l'état adulte. Ainsi, les embryons d'un grand nombre de Vertébrés portent, appendue à leur face ventrale, une vésicule remplie d'une substance nutritive. Les têtards des Grenouilles et ceux des Crapauds sont munis de queues, alors que les adultes en sont privés. Les larves des Oursins possèdent des tentacules allongés, semblables à des balanciers destinés à soutenir les petits êtres dans l'eau de la mer. Ces quelques exemples, choisis parmi les plus fréquents, suffisent pour dénoter la variété de ces appendices et l'importance de leur rôle. Les uns servent à la nutrition: ils sont chargés d'alimenter l'économie, grâce aux matériaux qu'ils contiennent; les autres sont destinés à permettre les déplacements des individus; enfin, les derniers ont un emploi mixte, à la fois de locomotion et de soutien. En cette occurrence, les formes, ainsi que les fonctions, sont des plus diverses. Mais tous ces organes offrent deux caractères communs: d'une

part, leur taille est assez grande, et leur aspect assez particulier pour donner à l'embryon une allure souvent très dissemblable de celle qu'il aura par la suite; de l'autre, ils atténuent leurs dimensions et s'atrophient, à mesure que l'individu passe à l'état adulte. Inutiles alors, soit que le but réalisé par eux cesse d'être nécessaire, soit qu'ils se trouvent remplacés par d'autres appareils mieux utilisables, ils interrompent leur accroissement, diminuent; et disparaissent en définitive.

soutien dans l'eau, où nagent ces petits êtres; la plupart sont rigides, et doivent cette qualité à ce qu'ils possèdent, dans leur intérieur, de longs bâtonnets calcaires. Ainsi pourvus, ces petits organismes se laissent entraîner par les courants marins et poursuivent, à mesure, le cours de leur développement. Au moment où doit arriver la métamorphose finale, qui les convertit en adultes (fig. 2), leurs bras se raccourcissent progressivement, et s'atrophient. Les baguettes calcaires, inertes à cause de leur

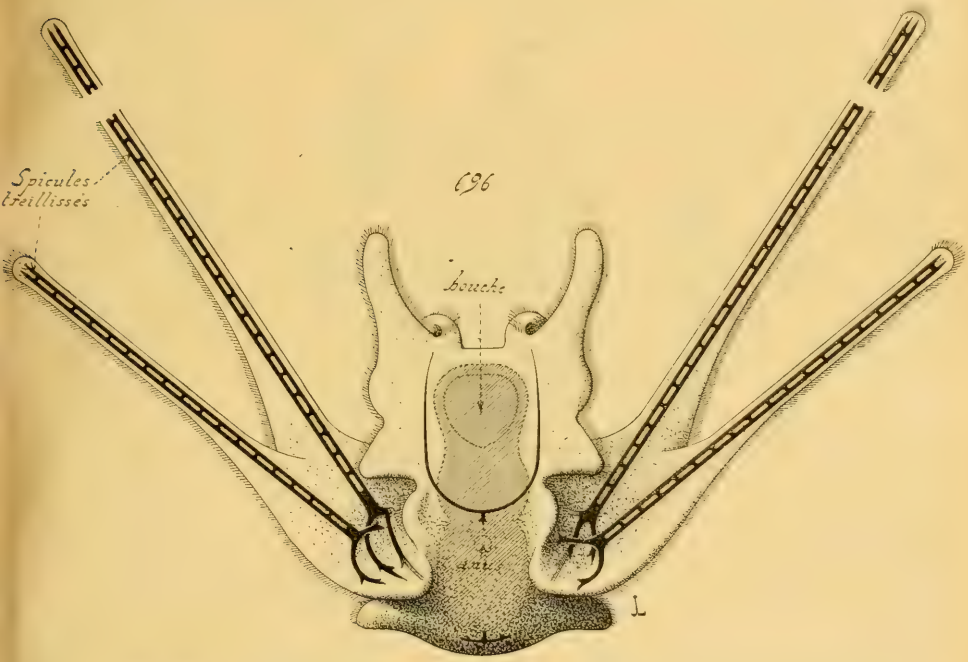


Fig. 1. — *Larve d'oursin* (Pluteus), *avant sa métamorphose.* — Ce petit être, fort grossi, se soutient dans la mer à l'aide de ses grands bras qui contiennent un squelette formé de longs spicules calcaires et treillissés.

Dans beaucoup de cas, cette destruction s'accomplit par la phagocytose.

Les premiers exemples d'un tel phénomène ont été étudiés sur les larves des Oursins. Ils furent observés par E. Metschnikoff; cet auteur s'est servi d'elles en les étendant et les complétant, pour établir son principe de la résistance aux microbes par le moyen de la phagocytose. — Ces larves, nommées des *Pluteus*, se trouvent fort différentes des adultes; au lieu d'être sphériques ou ovalaires, et couvertes de piquants, leur corps, revêtu de cils vibratiles, offre l'aspect d'un cône, dont la base porte plusieurs paires de longues expansions cylindriques, dites les *bras* (fig. 1). Ces annexes servent de

nature minérale, ne peuvent s'opposer à cette diminution, car elles sont rongées par les cellules environnantes, vrais phagocytes qui les dévorent et les font disparaître. Les bras sont ainsi éliminés, avec divers autres organes spéciaux à l'embryon; et la phagocytose joue, dans ce fait, le rôle primordial.

Metschnikoff, poussant plus loin ses recherches, voulut se rendre compte si des faits semblables, qui se ramènent, en somme, à une destruction sur place de parcelles solides situées dans la profondeur des tissus, ne se retrouvent pas chez d'autres animaux. Il fit pénétrer des substances inertes, réduites en une poudre fine, soit dans l'appareil

circulatoire de certains Mollusques, soit dans le mésoderme des larves de plusieurs Vers plats. Le résultat fut identique; les cellules, groupées dans le voisinage immédiat des particules pulvérulentes, se mirent à les entourer et à les ronger. De là vint, dans son esprit, l'idée de remplacer les poussières fines par des microbes; et il commença ses premières expériences sur la phagocytose pathologique.

D'autres observateurs ont persévéré dans la voie indiquée par Metschnikoff. La notion d'une phagocytose constante, normale, s'est ainsi affirmée peu à peu. Les éléments devenus inutiles, soit qu'ils n'aient plus aucune fonction à remplir, soit qu'ils se trouvent arrivés au terme de leur existence particulière, sont détruits par plusieurs des cellules qui les entourent, et qui agissent en qualité de phagocytes. Elles absorbent les substances nutritives que ces éléments contiennent encore, et permettent aux autres d'être éliminés, en les rendant solubles dans les liquides de l'organisme. Ce phénomène n'a pas seulement pour fin une destruction, mais encore une utilisation de tout ce qui peut servir d'aliment; il s'accompagne d'une sorte d'assimilation intime, élémentaire, qui s'effectue dans la profondeur des tissus.

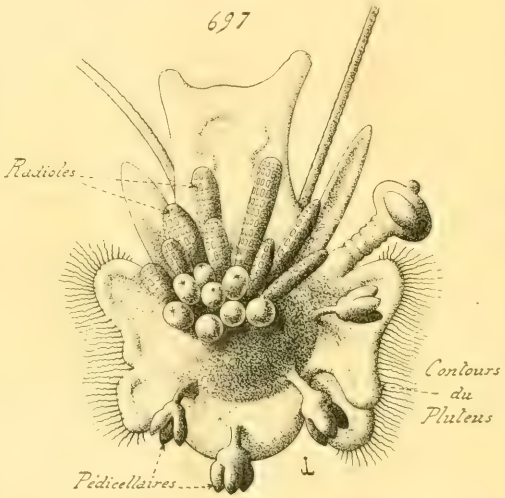


Fig. 2. — *Achèvement de la métamorphose finale d'une larve* (Pluteus). — La figure montre une larve au moment de sa métamorphose finale, qui la convertit en adulte; le corps devient globuleux, produit ses premiers piquants, et perd ses bras, qui s'atrophient, leurs spicules calcaires étant détruits par phagocytose.

En ce qui concerne plus spécialement les embryons, l'exemple des larves d'Oursins est déjà caractéristique. D'autres faits du même ordre ajoutent en cela de nouvelles preuves. — La plupart des Insectes subissent, avant d'arriver à l'état parfait, des métamorphoses souvent compliquées. Leurs larves, privées d'ailes, s'accommodent de milieux où elles ne peuvent plus se maintenir dès qu'elles se convertissent en adultes; le mode de nutrition, et certaines des fonctions de relation, diffèrent parfois à l'excès entre ces deux moments de l'existence d'un même individu. Ainsi, les chenilles des papillons se nourrissent de végétaux, et possèdent, à cet effet, des pièces masticatrices destinées à broyer les aliments; tandis que les adultes, munis d'une longue trompe, se bornent à aspirer le nectar des fleurs. Le dernier changement embryonnaire est donc considérable, puisqu'il a pour but de remplacer un organe par un autre conformé d'une manière très dissemblable, et d'entraîner la production de plusieurs appareils dont les embryons sont privés. Beaucoup d'Insectes ne procèdent pas à ce phénomène en modifiant simplement les systèmes déjà présents, et leur donnant une nouvelle structure. La métamorphose est plus radicale. Les appareils préexistants, tube digestif, muscles, centres nerveux, se détruisent; ils se dissocient en leurs cellules constitutives, qui se désagrègent, et deviennent libres dans l'intérieur du corps. Parmi ces éléments, ceux qui sont trop spécialisés dans leurs fonctions pour se prêter à une multiplication, comme les fibres musculaires par exemple, disparaissent; les autres augmentent rapidement en nombre, tout en utilisant les matériaux nutritifs fournis par les débris des précédents, se segmentent pour permettre cet accroissement numérique, et s'agencent en de nouveaux organes, édifiés sur le plan particulier à l'adulte. La destruction des systèmes inutiles s'accomplit par la phagocytose (fig. 3 et 4); et les phagocytes sont précisément les cellules capables de se multiplier. Tout en proliférant, ces dernières enveloppent les éléments voués à la disparition, les rongent, et s'assimilent leur substance; puis elles se différencient, et s'établissent dans leur disposition définitive.

Un tel changement d'un tissu par un autre mieux adapté, et précédé par la destruction phagocytaire du premier, se trouve chez les Vertébrés supérieurs. Les embryons de ces êtres ont un squelette, dont les parties principales sont cartilagineuses; le tissu de ces dernières doit disparaître au cours du développement, pour être remplacé par de la substance osseuse. Cette modification s'accompagne d'une élimination de la gangue cartilagi-

neuse ; et les éléments chargés de ce rôle, pris parmi les cellules mêmes du cartilage primordial, se comportent comme de vrais phagocytes.

Dans tous ces cas, l'appareil détruit se trouve remplacé par un autre; mais il en est où, cette substitution n'intervenant pas, la disparition s'accomplit sans retour. Ce fait se présente, par exemple, chez les têtards des grenouilles et des crapauds; leur queue s'atrophie au moment de la métamorphose dernière, et d'une façon définitive. Telles encore les larves de beaucoup d'Ascidies; elles possèdent également une queue, dont elles se servent pour nager, et la perdent lorsqu'elles passent à l'état adulte. La phagocytose joue le principal rôle dans ces phénomènes. Les globules de la lymphe, avec certaines des cellules conjonctives, s'attaquent aux éléments des tissus à fonctions spécialisées, comme les muscles, agissent vis-à-vis d'eux à la manière de phagocytes, et entraînent leur destruction complète.

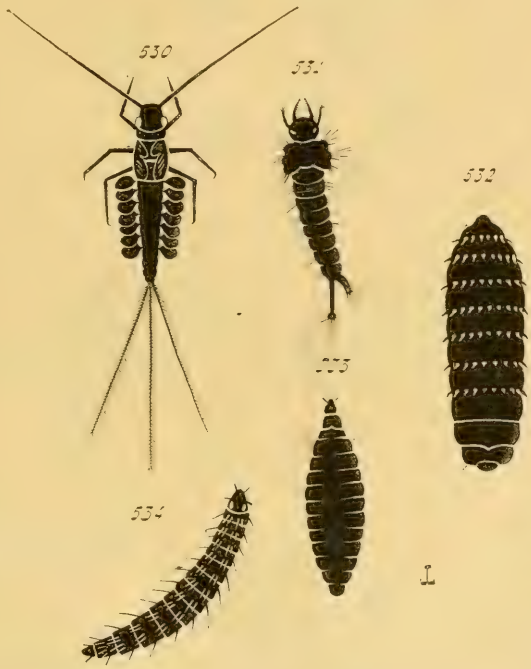


Fig. 3. — *Larves d'Insectes Orthoptères et Diptères.* — Ces dessins montrent, en silhouettes noires, plusieurs types de larves d'Insectes, dont les tissus sont appelés à se détruire par phagocytose, pour se régénérer par la suite. — En haut (nº 530) se trouve une larve d'Ephémère; à côté (nº 531) une larve de Moustique; encore plus à droite (nº 532) une larve de grosse Mouche; tout en bas, et à gauche (nº 534) une larve de Puce; à côté, sur la droite (nº 533) la larve d'une Cécidomyie, insecte voisin des Moustiques. — Les phénomènes de la destruction des tissus et de leur régénération sont indiqués par les figures suivantes.

La phagocytose des embryons n'a pas toujours, comme but unique, l'élimination d'organes devenus inutiles; elle sert parfois à permettre l'absorption des substances alimentaires contenues dans l'œuf, et conservées dans l'économie du petit être. Chez un assez grand nombre d'animaux divers, appartenant à tous les groupes, l'œuf renferme une quantité considérable de granulations vitellines, destinées à nourrir l'embryon durant son développement, et absorbées sur place à cet effet; l'ensemble de ces granules constitue la *vésicule vitelline*, nommée la *vésicule ombilicale* en ce qui regarde plus spécialement les Vertébrés, appendue au corps, et diminuant de volume à mesure que progresse l'évolution embryonnaire. Cette restriction constante, allant jusqu'à la disparition complète, est une conséquence de l'absorption des granules dont elle se compose; et il m'a été donné de voir en plusieurs cas, notamment au sujet des Arthropodes (Crustacés et Insectes), qu'elle s'accomplit en majeure part au moyen de la phagocytose. Les couches cellulaires, situées au contact de cette matière nutritive, se comportent comme des amas de phagocytes, et détruisent les granules de proche en proche : elles s'alimentent à leurs dépens, et font passer aux autres régions de l'économie les produits ainsi obtenus, afin d'en faire profiter la totalité du corps de l'embryon.

Un tel emploi de la phagocytose ne s'écarte pas du rôle habituel. Celui-ci est double : d'un côté, il consiste en une destruction d'appareils; de l'autre en une absorption de ce qui peut servir comme aliments dans ces organes attaqués. Les vésicules vitellines étant seulement composées de substances nutritives, cette dernière utilisation prend la prédominance. Ailleurs, mais plus rarement, la première est la plus importante. Le fait existe, à en juger d'après les remarquables études entreprises par Mathias Duval, dans la placentation de certains Mammifères (fig. 5). La région embryonnaire, qui doit édifier le placenta, commence par s'attacher à la paroi de l'utérus maternel; mais les échanges, qui s'établissent par osmose entre les parties ainsi mises en contact, n'étant pas suffisants pour alimenter le fœtus, la zone extérieure du placenta s'avance dans l'épaisseur de la paroi utérine pour

arriver au niveau des vaisseaux sanguins, les envelopper, et rendre plus aisée la diffusion nutritive. Cette zone, pour pénétrer ainsi, est obligée de détruire les tissus qui la séparent des vaisseaux utérins : au lieu de consister en cellules distinctes, elle se compose d'éléments fusionnés, unis en un plasmode, et fonctionne comme un phagocyte gigantesque. Nommée par Mathias Duval, à cause de sa structure, la *couche plasmodiale* du placenta, elle ronge et détruit de proche en proche les assises épithéliales et conjonctives de l'utérus, jusqu'à ce qu'elle parvienne dans la région vasculaire : elle entoure alors les canaux sanguins, se substitue à leur propre paroi, et puise directement dans le sang maternel, sans aucun obstacle interposé, les matériaux utiles à la nutrition embryonnaire. Dans cette phagocytose, qu'il serait presque permis d'appeler de pénétration, la destruction est le principal but à accomplir : la couche plasmodiale fait disparaître tout ce qui l'empêche de parvenir à l'assise vasculaire de l'utérus.

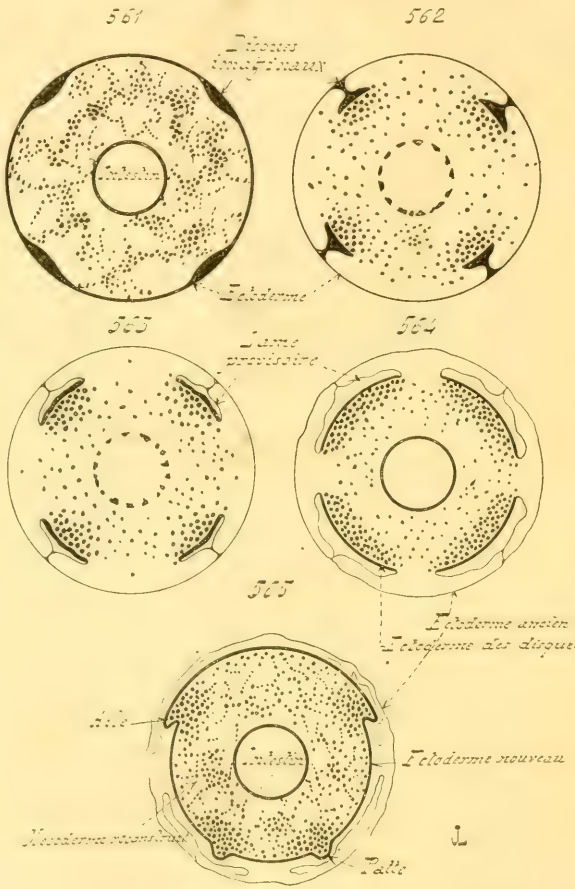


Fig. 4. — *Hystolyse et disques imaginaux des pupes d'Insectes.* — Ces figures expriment, d'une manière diagrammatique, et d'après des coupes transversales pratiquées dans le corps, les phénomènes de la destruction des tissus des larves d'Insectes, dont une partie s'accomplit au moyen de la phagocytose, et de leur régénération. — En suivant la série des cinq premiers dessins, partant du haut et de la figure de gauche pour terminer en bas, on voit les organes se morceler, se réduire en fragments, dont plusieurs sont résorbés par la phagocytose, puis se régénérer à l'aide d'appareils spéciaux, nommés des disques imaginaux. — La dernière figure (nº 565) montre un de ces disques très grossi, afin de dénoter sa structure, et de représenter les cellules de son mésoderme, qui agissent, dans ces phénomènes, en qualité de phagocytes.

Ces données, d'ordres divers, conduisent à une même conclusion : la phagocytose est un phénomène des plus fréquents dans le développement embryonnaire des animaux, toutes les fois où un organe doit être éliminé, quelle que soit sa nature. L'appareil ne disparaît pas par ses propres forces, par une sorte de dégénérescence atrophique accomplie par ses propres moyens, et où il serait seul intéressé. Un tel fait existe en réalité, mais il est subordonné à la phagocytose, sous le rapport de l'importance des résultats. L'organe voué à la destruction perd ses capacités vitales et ses propriétés fonctionnelles ; il devient inerte et indifférent ; sa présence dans l'économie détermine une réaction, qui se traduit par la phagocytose. Les éléments conservés, pourvus de leur vitalité entière, envoient vers lui quelques-uns d'entre eux, chargés d'amener sa disparition, en utilisant ce qu'il peut contenir de matériaux nutritifs.

II

Les notions précédentes permettent de concevoir jusqu'à quel point diffèrent, suivant le cas, les origines des phagocytes. Parmi ces derniers, les uns dérivent de feuillets embryonnaires à peine façonnés, et les autres, de tissus déjà bien formés ; d'un côté, ils naissent d'une gangue conjonctive ou d'un plasma

circulant; de l'autre, ils découlent d'assises épithéliales. Aucune provenance fixe, déterminée et constante chez tous les animaux, n'existe pour eux; ils sont engendrés sur place, dans les régions où leur rôle est utile, aux dépens des éléments préexistants qui avoisinent l'objet à éliminer. La seule condition commune, dans cette genèse, est que les éléments ne soient pas trop dif-

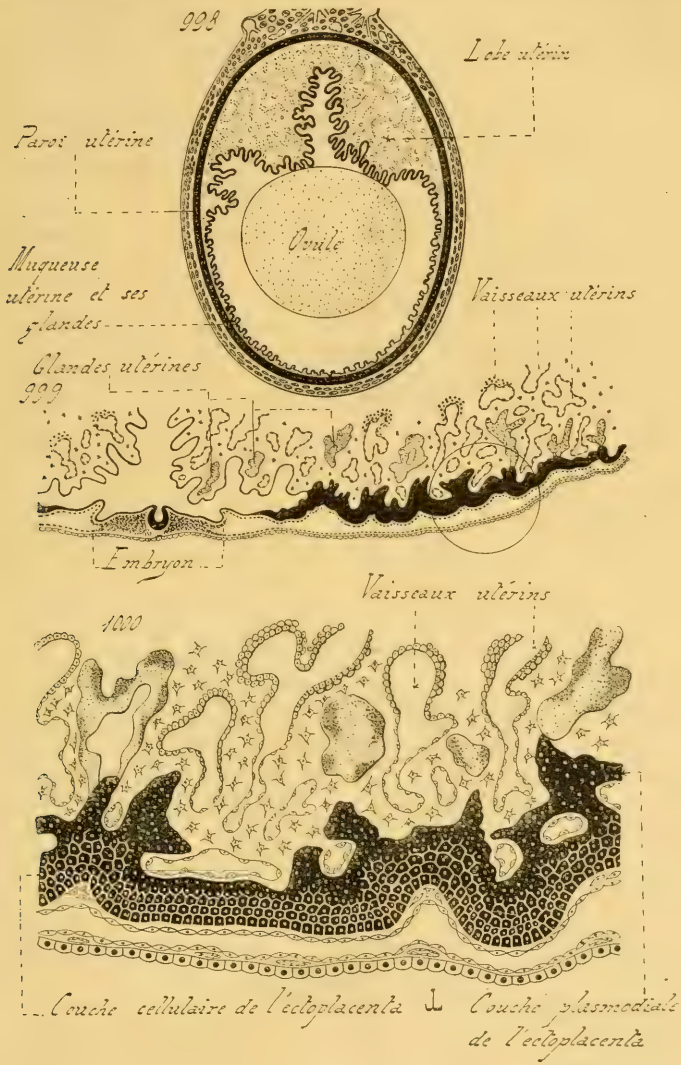


Fig. 5. — *Développement du placenta chez le Lapin.* — Ces trois figures, établies d'après les recherches faites par Mathias Duval, sont consacrées aux premiers phénomènes du développement du placenta chez le Lapin. — Le numéro 998 montre une section de l'utérus d'une Lapine contenant un ovule. Le numéro 999 représente une partie de cet ovule, déjà transformé en un jeune embryon et grossie; cette partie s'accole à la paroi utérine et s'enfonce dans sa substance, en la détruisant à mesure, pour arriver au niveau des vaisseaux utérins, et les envelopper afin d'y puiser les matériaux nutritifs qui sont nécessaires au développement du petit; la zone de pénétration, assimilable à un phagocyte gigantesque, est teintée en noir. Le numéro 1000 exprime, à un grossissement plus fort encore, afin de mieux préciser les phénomènes, la bande limitée par une circonférence dans la figure du milieu.

férenciés en vue d'une fonction particulière ; aussi, les seules matrices des phagocytes sont-elles des couches épithéliales, ou plus fréquemment encore des tissus conjonctifs.

Malgré cette grande diversité d'origine, les phagocytes se ressemblent tous : ils ne se distinguent guère que par la taille ; l'identité fonctionnelle entraîne, à leur égard, une similitude d'aspect. Au lieu d'avoir des contours arrêtés et permanents, ils changent sans cesse de forme. Ils émettent des prolongements en nombre variable, qu'ils allongent ou raccourcissent constamment, durant leur vie entière, et dont ils se servent, soit pour se déplacer, soit pour entourer les particules qu'ils veulent ronger. Ces expansions sont, de tous points, comparables aux pseudopodes des animaux unicellulaires les plus simples, à ceux des Amœbiens, par exemple ; cette ressemblance est telle que l'on dit souvent des phagocytes qu'ils sont munis de pseudopodes, ou encore qu'ils ont un aspect amœboïde (fig. 6). Une pareille communauté est, sans doute, une conséquence de l'extrême simplicité avec laquelle se manifestent, dans les deux cas, les fonctions de la locomotion et celles de la nutrition ; le phagocyte, bien qu'appartenant à un animal élevé en organisation, retourne, à cause de son rôle et de la façon dont il l'effectue, à la structure des êtres les plus inférieurs.

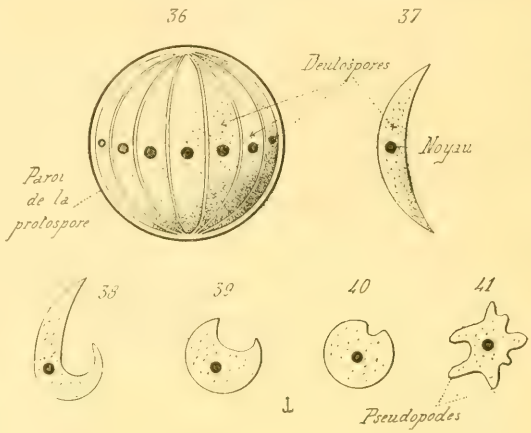


Fig. 6. — *Evolution des protospores et des deutospores des Sporozoaires amphigéniques.* — Ces figures expriment l'évolution vitale d'un animal unicellulaire, parasite, appartenant à l'ordre des Coccidies, et nommé l'*Eimeria falciformis*. Cet être se loge dans une des cellules du corps de son hôte, et détruit au préalable son protoplasma, dont il se nourrit, pour prendre sa place ; en cette qualité, il agit comme un phagocyte, et sa manière de faire constitue une sorte de phagocytose des plus élémentaires. — La figure portant le n° 36 représente l'animal contracté et modifié en une protospore, qui se subdivise pour engendrer des descendants, nommés des deutospores. La figure voisine, n° 37, montre une deutospore rendue libre. Les quatre dessins du bas offrent, en allant de gauche à droite, la série des changements subis par la deutospore pour devenir un individu capable de se déplacer à l'aide de ses pseudopodes, et pour se convertir en un phagocyte. Les phagocytes, dans tous les cas, ressemblent, par leurs caractères essentiels, à l'individu qui termine à droite la rangée inférieure des dessins, et qui peut servir de type. — (Ces figures, comme les précédentes sont empruntées à mon traité d'*Embryologie comparée*.)

D'habitude, chaque phagocyte est une seule cellule capable de se multiplier et de donner naissance à des descendants, qui se séparent les uns des autres, en devenant des phagocytes à leur tour. Tant que durent les circonstances favorables, cette prolifération continue à se manifester, et le nombre de ces éléments augmente sans cesse. Pourtant, dans certains cas, lorsque l'objet à détruire est trop volumineux pour une cellule phagocytaire réduite à ses propres moyens, plusieurs s'associent et se confondent en une seule masse, assez grosse pour envelopper le corps auquel elle s'attaque. Ce fait a été signalé dans la phagocytose pathologique ; il existe, mieux marqué encore, dans la phagocytose embryonnaire. La couche plasmodiale du placenta des Mammifères est, en réalité, un amas énorme de cellules unies, qui pénètre dans la paroi de l'utérus maternel pour arriver aux vaisseaux sanguins ; elle agit, en cette occurrence, comme un seul phagocyte colossal. Les œufs de divers Crustacés, ceux des Cloportes par exemple, possèdent des cicatricules, masses superficielles d'un protoplasme actif, dont les bords, composés par la soudure d'une grande quantité de cellules non encore distinctes, s'étalent à la surface ovulaire, et l'enveloppent peu à peu d'une manière complète. Cependant, ces phénomènes sont les moins fréquents ; d'ordinaire, le phagocyte est une cellule simple.

III

Toutes ces constatations, de natures diverses, conduisent à une même loi. La phagocytose n'est pas seulement l'un des moyens par lesquels l'organisme résiste à l'invasion des microbes : elle vaut davantage. Son importance est à la fois plus grande et plus continue. Elle répond à une fonction normale de l'économie, et à l'une des formes suivant lesquelles se manifeste l'élimination. Les matières liquides et gazeuses sont excrétées par diffusion, et rejetées dans les milieux environnants : il ne peut en être ainsi pour les corps solides, auxquels ne s'applique aucune osmose directe. Le but est atteint d'une façon détournée : par la phago-

cytose. Des cellules vivantes, produites par les tissus voisins, s'attaquent à ces corps, et les détruisent sur place; elles les rongent peu à peu, et déterminent leur dissolution de proche en proche. Ces cellules mangeantes, ces phagocytes, conservent les substances nutritives qu'elles absorbent, s'en servent pour s'accroître et se multiplier, les font revenir ainsi dans le circuit vital; elles rejettent les autres dans les plasmas circulants, d'où elles parviennent au dehors par la diffusion. La phagocytose est donc l'un des procédés d'élimination des composés solides, et, sans doute, le plus important; à ce titre, elle doit être considérée comme faisant partie des fonctions d'excrétion, et comme ayant dans l'organisme un rôle constant.

L'emploi de la phagocytose est d'une haute valeur chez les embryons d'un assez grand nombre d'animaux, où elle est utilisée pour effectuer, au moment des dernières métamorphoses, la disparition des organes qui ne doivent point persister chez l'adulte. Il existe également, durant toute la vie, dans l'économie achevée, mais ne s'adresse plus à des appareils entiers. Les phagocytes s'attaquent aux éléments morts après avoir accompli le cycle de leur vitalité, ou à ceux produits à la suite d'une prolifération anormale, ou encore à des composés d'excrétion qui s'amassent dans certains tissus; ils les détruisent dans la mesure du possible. En cela est l'emploi courant, normal et essentiel, de la phagocytose. Les microbes, introduits dans l'économie, jouent le rôle d'éléments étrangers, solides, et déterminent contre eux une réaction phagocytaire. Mais cette dernière n'est point un phénomène nouveau, adéquat à cette seule invasion microbienne; elle répond à l'utilisation, dans un but de résistance organique, d'une fonction habituelle et continue dans le temps. Ce nouvel emploi prend, il est vrai, des allures particulières, suivant les qualités des objets mis en cause; mais c'est là un fait d'adaptation, qui ne doit point masquer le caractère primordial, relatif à la constance.

Louis Roule,
Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

QUESTIONS D'AFRIQUE

SUR L'EXPANSION FRANÇAISE EN AFRIQUE

L'expansion coloniale de la France, tant en Afrique qu'en Asie, a suscité nombre de critiques. Les uns l'ont dénoncée comme attentatoire aux intérêts vitaux du pays, parce que la reprise de l'Alsace-Lorraine devait être le but exclusif de notre politique extérieure. D'autres, guidés par des mobiles d'un tout autre ordre, l'ont combattue comme pouvant être, à un moment donné, la cause de graves difficultés économiques en ce sens que les produits coloniaux pourraient concurrencer trop fortement les produits métropolitains. D'autres, enfin, s'y sont opposés en déclarant, *de plano*, que la France n'était pas une puissance colonisatrice.

Toutes ces critiques ont été facilement réfutées. Aux premières il a été répondu qu'un pays comme la France, qui veut continuer à jouer un grand rôle dans le monde, ne peut se désintéresser des problèmes qui occupent, à juste titre, les grandes puissances européennes, et qu'il doit, de même que les autres nations, amies ou ennemies, prendre sa part dans le partage du monde qu'effectuent depuis 20 ans les peuples les plus forts. Est-ce un moyen d'avancer l'heure des « réparations nécessaires » que de s'isoler du concert des peuples et de repousser *à priori* toute politique permettant d'opposer à certains coalitions des groupements pondérateurs où l'on peut jouer un rôle digne de son rang et de sa puissance?

Aux secondes, on a opposé la possibilité de soustraire la France aux obligations où elle se trouve d'acheter des matières dans tel ou tel pays. On a montré les avantages qu'elle aurait à se procurer du coton, du café, du thé dans ses colonies. La production coloniale ne suffirait peut-être pas à satisfaire à tous les besoins de la consommation métropolitaine, mais elle permettrait, en tous cas, lors des négociations commerciales, de mieux défendre les intérêts du commerce d'exportation parce qu'on ne serait pas tributaire économiquement des pays avec lesquels on traiterait.

Enfin, à la troisième objection, on a répliqué en montrant la permanence de l'œuvre accomplie par les Français au Canada et à la Louisiane. On a signalé les constatations rassurantes des voyageurs étrangers qui ont parcouru l'Afrique septentrionale et qui ont admiré les résultats obtenus en moins d'un demi-siècle par les colons d'Algérie, en moins de quinze ans par les colons de Tunisie. Et là, les problèmes de colonisation étaient ardus. Il ne s'agissait pas, comme en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Afrique australe, de substituer une population européenne immigrée à une popu-

lation indigène refoulée ou supprimée. Il fallait trouver le moyen de faire vivre côte à côte les éléments européens et les éléments africains, la civilisation chrétienne et la civilisation musulmane.

Nous ne nous dissimulons pas que des fautes ont été commises, que notre politique coloniale ait là, comme ailleurs en Afrique, manqué de méthode. Quelques dogmatiques censeurs le disent volontiers : ils auraient voulu que la science présidât à notre expansion dans le monde. La méthode scientifique, il la faut observer dans toutes les manifestations de l'activité humaine : elle est la seule base d'un progrès certain. Mais le tout est de savoir si, en matière coloniale, les circonstances voulaient qu'on s'en servît.

Théoriquement, la prise de possession d'un territoire aurait dû être précédée d'une étude complète du pays au point de vue de sa valeur économique et de son importance politique. Avant de soumettre au Président de la République la ratification d'un traité comportant l'entrée d'un État africain dans la sphère des intérêts politiques de la France, il aurait fallu dresser le bilan présent et futur de cette nouvelle acquisition ; connaître ses ressources naturelles comme sous-sol, flore, faune, population ; apprécier les charges militaires et politiques assumées par la puissance protectrice ; bref, se livrer à l'examen approfondi que ne manque pas de faire l'amateur judicieux qui achète un objet d'art ou l'éleveur prudent qui marchande une belle tête de bétail.

Cette théorie est parfaite. Si on l'avait suivie dès la période qui a précédé l'occupation militaire de Tombouctou, il est de toute évidence que l'on se fût gardé contre les déceptions éprouvées maintenant et aussi contre les catastrophes qu'un peu de perspicacité aurait pu prévenir ! Il ne faudrait pas pourtant qu'on fît de son inobservation la caractéristique de la politique coloniale française. Est-ce que l'Angleterre, elle, dont on vante toujours en France la sagesse et la méthode politiques, n'a pas fait preuve des mêmes errements en ce qui concerne son expansion dans l'Afrique australe ? Elle a commencé par engager une lutte armée contre les Boers du Transwaal ; puis, elle s'est décidée à traiter, malgré les échecs retentissants qu'elle a éprouvés, et à évacuer les conquêtes qu'elle avait commencé à faire. Eût-elle agi ainsi si elle avait connu la valeur minière du Transwaal et, au lieu d'arrêter son corps expéditionnaire en marche vers les contingents Boers, n'eût-elle pas renforcé ses effectifs pour conquérir *manu militari* ces riches placers qui déterminent aujourd'hui une fièvre d'or plus intensive que celles qu'ont provoquées les mines de l'Australie et de la Californie ?

Ainsi, dans un cas, la méthode scientifique eût conseillé l'abstention, et dans l'autre eût justifié l'action. Voilà des faits que les théoriciens de l'expansion coloniale scientifique peuvent donner à l'appui de leur thèse. Mais, qu'on nous permette de dire que ce ne sont que des arguments de thèse, car l'examen des conditions dans lesquelles s'est commencé et se poursuit le partage de l'Afrique montre que les circonstances ont imposé à toutes les nations la prise de possession politique d'un pays avant la reconnaissance économique.

C'est à une véritable course au clocher que se sont livrées les puissances européennes dans leurs conquêtes africaines, et cette course ne leur a pas permis de faire application d'une méthode d'expansion coloniale. Elles ont agi comme elles ont pu et non comme elles ont voulu. Cette constatation motivera évidemment les plus extrêmes réserves des critiques historiques, géographiques et autres : mais quoi ?

La reconnaissance scientifique d'un pays inconnu d'Afrique exige un effort considérable.

Il faut dresser la carte de la région, fixer la position exacte des systèmes hydrographiques et orographiques. Il faut joindre à cette première carte un relevé sommaire de la carte géologique. Pendant ce temps, les naturalistes examinent les ressources naturelles du pays et les techniciens en apprécient l'utilisation. C'est à une œuvre de cette nature que s'est adonné le célèbre Institut d'Égypte. C'est un travail analogue que l'on projette pour Madagascar. Mais ne voit-on pas que ces deux Instituts auront eu pour auxiliaires précieux, indispensables dirons-nous, les troupes des corps expéditionnaires qui assuraient le calme sans lequel ne pourraient travailler des savants ! Est-il possible de venir dans un pays inconnu, se livrer à des travaux de ce genre, sans l'assentiment des maîtres naturels du pays ? Et cet assentiment, comment l'obtenir, sinon par des négociations où la politique joue naturellement un grand rôle ?

Le nègre est défiant de sa nature. Il a peur du blanc, qu'il sait être plus fort, plus puissant que lui, disposant de moyens quasi surnaturels pour sanctionner ses volontés. C'est à force de précautions oratoires, de cadeaux qu'on obtient son concours. Il vend quelques vivres, facilite des passages, et là il fait assez souvent preuve de bonne volonté ; mais, quand il s'agit de fixer des routes, de déterminer des itinéraires, que de mécomptes pour les explorateurs et combien la lecture de leurs journaux de marche est édifiante à cet égard ! Les chefs de village redoutent la prise de possession de leur pays et s'alarment souvent pour la moindre chose.

Qu'on nous permette une anecdote à ce sujet.

Le docteur Maclaud, un des compagnons de

route du capitaine Binger dans son second voyage à Kong, nous racontait que les indigènes d'un pays de la vallée de la Comoé faillirent faire un mauvais parti à la mission. Ils s'inquiétaient des allées et venues des Européens, le soir, après le campement. Sans nul doute, les feuillets de papier abandonnés dans les bois ne pouvaient être que des fétiches laissés par eux pour faciliter la conquête de leurs villages!

Voit-on, dans ces conditions, l'effet que produirait une grande mission scientifique, braquant sur les constellations célestes les lunettes méridiennes et les théodolites! Ces instruments scientifiques deviendraient, dans l'imagination des noirs, de terribles pièces d'artillerie, et une hostilité en règle devrait être la seule réponse convenant à de pareilles manifestations!

Qui nous dit encore, que, profitant de l'émoi ressenti chez les indigènes, un voyageur étranger, se promenant sans appareil, avec quelques porteurs, et les mains pleines de présents, ne viendra pas tirer parti de cette situation et conclure un traité politique avec les chefs, pendant que, en France, les autorités les plus compétentes seraient sollicitées de venir donner leur avis sur la « valeur économique » de la colonie projetée!

Il faut en prendre son parti : la conquête politique a dû précéder l'investigation scientifique. Ainsi ont fait les Égyptiens dans le Soudan, les Italiens en Abyssinie, les Allemands dans l'Est africain, au Damaraland, au Cameroun et au Togoland, les Anglais dans le Sud africain. Si l'Angleterre a eu moins de mécomptes que d'autres puissances, c'est qu'elle a su profiter de l'expérience acquise par autrui. Dans le Bas-Niger, elle a repris les établissements d'une Compagnie française dont elle redoutait la concurrence, ce qui lui a permis de prendre position dans les régions inférieures du bassin du Niger, celles que les explorateurs du commencement et du milieu du XIXe siècle avaient reconnues être les plus riches de l'Afrique centrale. Elle a repoussé la France vers le Sahara, de même qu'après s'être assuré la plus grande partie de la région des Grands Lacs, elle a donné à l'Italie les solitudes du pays des Somalis?

Tarde venientibus ossa. Pour éviter d'avoir, dans le partage africain, la part des convives attardés, la France a dû multiplier ses entreprises coloniales. Les gouvernements ont agi suivant leur tempérament politique, suivant leurs convictions, au sujet du rôle que la France coloniale peut remplir dans le monde.

Oh certes! ce n'est pas l'esprit de suite qui a brillé. Les hommes qui se sont succédé à la tête de l'administration des colonies étaient loin de représenter les mêmes opinions. MM. Dislère, Grodet, comme directeurs des colonies; MM. Félix Faure, De la Porte, Etienne, Jamais, Delcassé, Maurice Lebon, comme sous-secrétaires d'Etat; MM. Boulanger, Delcassé et Chautemps, comme ministres, ne représentent pas, à proprement parler, la même action coloniale. L'activité des uns est contrebalancée par l'extrême prudence des autres. Quelquefois c'est la plus décevante des irrésolutions qui domine toute une administration. Des retards préjudiciables à nos intérêts politiques sont constatés dans la marche des affaires administratives, retards que nos concurrents savent mettre à profit!

Dans un gouvernement d'essence parlementaire, l'action personnelle d'un ministre, responsable devant les Chambres, doit être et est naturellement prépondérante dans l'impulsion donnée à tout un département ministériel. Que devient alors, dans ces conditions, la politique suivie dans telle ou telle région? Quel grand exemple nous ont donné les Anglais dans leur pénétration dans le bassin du Haut-Nil! Le ministère libéral de Lord Rosebery, tout en montrant moins d'activité coloniale que le ministère Salisbury, n'a rien abandonné des visées anglaises sur l'Ouganda, l'Ouniyoro et l'Equatoria. Lord Salisbury, revenant au pouvoir, trouve les affaires d'Afrique dans une telle situation qu'il peut reprendre de suite l'exécution de son programme personnel.

Voilà des sujets de méditation pour ceux qui professent aujourd'hui les nouveaux dogmes de l'expansion scientifique. Voilà des enseignements dignes d'être enseignés, car, outre qu'ils sont conformes aux faits matériels, ils permettent de mieux apprécier l'œuvre de ceux qui, au lendemain de nos malheurs, n'ont pas douté de la puissance de rayonnement de la France.

Il convient, ces points établis, de s'efforcer de procéder maintenant, partout où cela est possible, dans les territoires placés définitivement sous notre influence, à une série d'enquêtes scientifiques permettant de dresser un inventaire fidèle de notre domaine d'outre-mer. Si la méthode n'a pu présider à nos acquisitions coloniales, il importe, par contre, d'y avoir recours pour leur utilisation. Il faut se hâter de classer nos colonies ou certaines parties de nos colonies d'après l'opportunité de leur mise en valeur.

Des missions confiées à des savants de tout ordre doivent donc être successivement dirigées sur nos divers établissements de la côte d'Afrique, pour que l'Administration des Colonies puisse concevoir un programme raisonné de colonisation. C'est à cette seule condition qu'on évitera des erreurs d'appréciation fort préjudiciables aux intérêts de la métropole et des colonies elles-mêmes.

X.X.X.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

SUR L'EXTENSION DE L'ÉLECTRO-CHIMIE INDUSTRIELLE. — L'ÉCLAIRAGE A L'ACÉTYLÈNE

Après avoir conquis, par d'importantes applications, droit de cité dans la grande industrie, l'Electro-Chimie voit aujourd'hui s'ouvrir devant elle le plus brillant avenir. Elle est en train de pénétrer dans nombre de fabrications où, jusqu'à ces dernières années, les ressources ordinaires de la Chimie étaient seules intervenues. Cette transformation mérite toute l'attention du savant et de l'ingénieur. En attendant la série des articles plus développés que la *Revue* compte consacrer à l'Electro-Chimie industrielle, il ne sera pas sans intérêt de signaler les principales nouveautés qui la concernent, et de jeter un rapide coup d'œil sur les voies où elle se trouve actuellement engagée.

I. — Electro-métallurgie.

De toutes les branches de l'Electro-Chimie, l'électrométallurgie est de beaucoup la plus connue. Elle intéresse aujourd'hui plusieurs industries d'extraction.

1. *Aluminium.* — Il est inutile de rappeler ici dans quelle large mesure la substitution des méthodes électrolytiques (méthode de Minet, etc...) aux anciens procédés purement chimiques (procédé Deville, etc.) dans le traitement du minerai, a fait baisser le prix de l'aluminium.

Aussi le perfectionnement du système électrolytique fixe-t-il, à l'heure actuelle, les efforts des industriels. Parmi les plus heureuses tentatives récemment faites dans ce sens, il convient de citer celles de M. Héroult. Des renseignements très complets viennent de nous être donnés à ce sujet. Nous y relevons ce résultat : Les 4.000 chevaux-vapeurs que donnent les chutes du Rhin en Suisse ont permis de fabriquer, grâce au procédé Héroult, trois tonnes d'aluminium par jour.

Ce métal vient, d'autre part, d'être l'objet d'un application particulièrement intéressante de l'Electro-Chimie. M. J. Darling, de Philadelphie, a recouvert électrolytiquement d'aluminium 10.000 mètres carrés du fer destiné à la tour des nouveaux *Public Buildings* de cette ville. Les colonnes, etc., sont d'abord recouvertes de cuivre par la méthode ordinaire; puis, au moyen d'un bain dont la composition reste secrète, recouvertes d'une couche d'aluminium de $0^m,0015$.

Cette dernière opération dure 72 heures avec une densité de courant de 10 ampères par $0^m,10$ carrés de l'anode, et de 70 ampères par même unité de surface à recouvrir. La force électromotrice employée était de 8 volts pour chaque bain.

2. *Antimoine et arsenic.* — Siemens et Halske traitent les sulfures naturels de ces métaux par une solution d'un sulfure alcalin qui les dissout en donnant des sulfures doubles. La solution est ensuite électrolysée ; l'arsenic ou l'antimoine se déposent en laissant en dissolution un sulfhydrate alcalin. La réaction est la suivante :

$$Sb^2S^3, 3Na^2S + 3H^2O = Sb^2 + 6NaSH + 3O.$$

L'anode est séparée de la cathode par un diaphragme, le pôle positif (destiné à recevoir l'oxygène) est en charbon ou en platine. (Brevet allemand, n° 67.973.)

3. *Chrome, Manganèse, Tungstène.* — Les oxydes de manganèse, tungstène et chrome ont été réduits dans le four électrique par M. Moissan. Un courant de 300 ampères sous 60 volts, traversant pendant 6 minutes un mélange d'oxyde de manganèse et de carbone, donna 100 à 120 grammes de manganèse renfermant 6 à 14 °/₀ de carbone. Le même courant, passant pendant 10 minutes à travers un mélange d'oxyde de chrome et de charbon, donna 100 à 110 grammes de chrome contenant de 8,6 à 11,9 °/₀ de carbone. Cette fonte chromée, mélangée avec de l'oxyde de chrome et chauffée dans le four, donna du chrome pur.

L'acide tungstique donna de la même manière un carbure de tungstène à 17 à 19 °/₀ de carbone, qui permit de préparer le tungstène pur.

D'autre part, le chrome métallique peut être obtenu en grandes quantités par le procédé électrolytique de Placet et Bonnet. A une solution diluée d'un sel de chrome, on ajoute des sulfates ou chlorures alcalins ou alcalino-terreux, avec quelques substances organiques telles que la gomme arabique ou la dextrine, ces substances étrangères représentant quatre fois le poids du sel de chrome. La solution est chauffée, et on emploie une cathode beaucoup plus petite que l'anode pour obtenir une grande densité de courant sur la surface où se dépose le chrome sans recourir à une puissance considérable. 30 à 40 volts sont nécessaires pour la décomposition. Pour obtenir les alliages de chrome, on ajoute à la solution le sel du métal à mélanger au chrome en poids égal à celui du sel de chrome. Avec un bas voltage, le métal étranger se dépose seul (le fer par exemple) et, avec des voltages plus élevés, on obtient des quantités de chrome de plus en plus grandes, si bien qu'on peut obtenir un alliage en proportions variables. On peut encore déposer le métal à allier en premier lieu au moyen d'un bas voltage, puis la quantité voulue de chrome au moyen d'un voltage plus élevé, et fondre la plaque ainsi obtenue pour avoir l'alliage désiré.

4. *Cuivre.* — L'affinage électrolytique du cuivre est maintenant employé sur une immense échelle. Une usine à Baltimore et une autre à Butte (Montana) produisent chacune cinquante tonnes par jour, et l'époque est prochaine où la totalité du cuivre manufacturé sera épurée par l'électrolyse du sulfate de cuivre. Un perfectionnement récent consiste à séparer le sulfate de fer de la solution en la chauffant et y faisant passer un courant d'air qui précipite le fer à l'état de sulfate ferrique basique.

5. *Or.* — L'or, extrait du minerai par une solution de cyanure de potassium, est déposé de cette solution au moyen d'une cathode de plomb et d'une anode de fer, les anodes de carbone se désagrégeant trop rapidement. Les plaques de fer donnent du bleu de Prusse et peuvent durer longtemps ; les anodes sont placées verticalement et sont enveloppées d'un canevas pour recueillir le bleu de Prusse et l'extraire du liquide. Les plaques de plomb sont placées entre deux plaques de fer avec 37 millimètres d'intervalle entre les électrodes.

Les plaques de plomb sont retirées tous les mois et fondues avec l'or qu'elles supportent (2 à 12 °/₀ d'or), puis traitées par coupellation.

6. *Magnésium.* — La méthode de préparation du magnésium au moyen du sodium a été complètement remplacée par une méthode électrolytique qui consiste à fondre le chlorure double de magnésium et de potassium en présence de gaz réducteurs introduits par le couvercle du creuset pour éviter l'inflammation du

magnésium. On a récemment introduit dans le commerce un alliage appelé *Magnésium-Zinc* qui peut remplacer le magnésium pur. Il contient 62 % de magnésium, 26 % de zinc et 12 % de fer. Cet alliage, très fragile, peut aisément se pulvériser et répond, aussi bien que le magnésium, aux besoins de la pyrotechnie et de la photographie, bien qu'il soit d'un prix de revient beaucoup moins élevé. La méthode de fabrication consiste à électrolyser le chlorure double de magnésium et de potassium fondu dans un creuset qui contient au fond une couche de zinc fondu servant de cathode. On introduit dans le bain, après obtention de l'alliage, un peu de chlorure de fer, que l'alliage réduit en donnant la proportion de fer convenable.

7. *Sodium.* — Le sodium métallique s'obtient maintenant par l'électrolyse, en particulier par le procédé de Castner. Un bain de soude caustique fondue est maintenue à la température de 313° C. dans des récipients spéciaux où passe un courant de 1.000 ampères sous 4 à 5 volts. La température n'étant pas de plus de 30 degrés supérieure au point de fusion de la soude, la résistance électrique est faible. L'opération se fait très régulièrement et le sodium fondu vient surnager.

Ce dernier point est particulièrement avantageux, parce qu'il évite la distillation du sodium.

8. *Soude caustique.* — On électrolyse une solution concentrée de sel marin, et l'on obtient de la soude caustique et du chlore, ce dernier étant utilisé pour la préparation du chlorure de chaux. Le voltage nécessaire est de 2 volts 1/2. Les difficultés pratiques consistent à trouver une anode qui résiste à l'action combinée du chlore et de l'oxygène naissant, et à construire un diaphragme poreux qui conserve la soude caustique autour de la cathode et l'empêche de se recombiner au chlore.

Différents procédés ont été proposés pour résoudre ces difficultés. Greenwood et Castner emploient des charbons agglomérés de fabrication spéciale. Höpfner préconise des électrodes de ferrosilicium. Hargreave emploie comme diaphragme une toile métallique très fine en cuivre, sur laquelle on a tassé des fils d'amiante.

On a proposé de transformer immédiatement la soude caustique en bicarbonate ou en savon, suivant l'usage qu'on en veut tirer.

9. *Zinc.* — Cassel et Kjellin, de Stockholm, proposent le procédé suivant pour extraire le zinc des minerais sulfurés. La blende est grillée jusqu'à transformation aussi complète que possible en sulfate et reprise par l'eau. Le récipient destiné à l'électrolyse renferme un vase poreux où une anode de fer est placée dans une solution de sulfate de fer, tandis que la solution de sulfate de zinc entoure la cathode. Lorsque le courant passe, le zinc est déposé, tandis qu'une quantité correspondante de fer se dissout. La force électromotrice nécessaire est égale à la différence entre la force électromotrice de décomposition du sulfate de zinc et celle du sulfate de fer, c'est-à-dire d'environ 1/3 de volt. On évite ainsi la décomposition de l'eau de la solution.

Heinzerling propose de griller les minerais de zinc à l'état d'oxyde, et de dissoudre l'oxyde dans une solution concentrée de chlorure de magnésium à température élevée, et sous une pression de 2 à 3 atmosphères.

L'électrolyse sépare le zinc et laisse le chlorure de magnésium, qui peut reservir.

Un autre procédé employé en Ecosse (Usine Watson, Lardlaut et C°, Glasgow) consiste à électrolyser une solution chaude d'oxyde de zinc dans la potasse caustique.

10. *Céruse.* — Stevens électrolyse une solution à 15 % d'acide nitrique avec des électrodes de plomb en faisant passer un courant continu d'anhydride carbonique.

11. *Chlorate de potasse.* — En électrolysant une solution chaude de chlorure de potassium et en facilitant le mélange de la potasse caustique et du chlore produits, on obtient du chlorate de potasse.

12. *Acide chromique.* — Placet et Bonnet, de Paris, produisent l'acide chromique en électrolysant le chromate neutre ou le bichromate de potassium en solution, au moyen de l'électrode charbon. L'alcali, qui se réunit autour de la cathode, est remplacé de temps en temps par de l'eau pure. L'acide chromique formé cristallise.

13. *Phosphore.* — Un mélange de phosphate acide de calcium et de charbon, est chauffé au blanc dans un four électrique, et le phosphore distille.

II. — Electrolyse des matières organiques.

A côté de ces applications métallurgiques, d'autres, moins connues, sont entrées dans la pratique pour la fabrication de certaines substances organiques et pour le blanchiment.

1. *Chloroforme.* — La méthode électrique est si économique et si expéditive qu'elle se substitue rapidement aux autres. Une cornue de tôle émaillée, munie d'un double fond et chauffée par de la vapeur, contient 2 lames de plomb formant électrodes. Elle est remplie d'une solution à 20 % de sel marin portée à l'ébullition. Un courant d'acétone passe d'une manière continue dans la solution électrolysée. Le chlore, produit par l'électrolyse du sel marin, réagit sur l'acétone en donnant du chloroforme, qui distille. Le produit ainsi obtenu ne renferme aucun autre composé chloré. Cent parties en poids d'acétone donnent 190 parties de chloroforme, alors que le rendement théorique serait de 206. C'est là un résultat très remarquable au point de vue non seulement du rendement, mais aussi de la pureté. Tous les chirurgiens savent, en effet, combien il est difficile d'obtenir à un état suffisant de pureté le chloroforme du commerce vendu par le pharmacien.

2. *Couleurs d'aniline.* — L'emploi du courant électrique, pour produire des réductions ou des oxydations dans la manipulation des colorants organiques, s'est généralisé de telle façon qu'il est impossible d'en énumérer toutes les applications. En général, l'électrolyseur est divisé en deux parties par une cloison poreuse, et la substance à traiter est placée au contact de l'anode, si l'on veut produire une oxydation, et de la cathode pour une réduction.

III. — Electrolyse des colorants minéraux.

1. *Jaune de cadmium.* — On l'obtient facilement en électrolysant une solution de sel marin avec des électrodes de cadmium, en même temps qu'on fait passer dans la solution un courant d'hydrogène sulfuré. Le chlore produit décompose l'hydrogène sulfuré, et le soufre donne du sulfure de cadmium, dont la teinte varie avec les conditions de l'électrolyse.

2. *Vermillon.* — Un réservoir en bois d'un mètre de hauteur et de deux mètres de diamètre est muni, près du fond, d'une tablette sur laquelle sont placés des récipients contenant du mercure. Ce métal est réuni au pôle positif d'une dynamo ; le pôle négatif de la machine est relié à une plaque de cuivre reposant sur le fond du réservoir. Celui-ci est rempli d'une solution aqueuse de 8 % de nitrate d'ammoniaque et autant de nitrate de sodium. Un tube perforé amène de l'hydrogène sulfuré dans la liqueur, qu'un agitateur maintient en mouvement. De temps en temps on retire le vermillon précipité.

3. *Vert de Scheele* (arsénite de cuivre). — Une solution à 8 % de sulfate de sodium est électrolysée avec des électrodes de cuivre ; le bain est chauffé par un serpen-

tin à vapeur, et un petit sac contenant de l'anhydride arsénieux est suspendu dans le liquide. Le courant en passant forme du sulfate de cuivre aux dépens des plaques et de la soude caustique qui dissout l'acide arsénieux en donnant de l'arsénite de soude. Ce dernier sel réagit sur le sulfate de cuivre pour précipiter le vert de Scheele en régénérant le sulfate de sodium. Il suffit de remplacer les plaques de cuivre et l'anhydride arsénieux.

4. *Vert métis* (arséniate de cuivre). — Il suffit de remplacer dans la préparation précédente l'anhydride arsénieux par l'acide arsénique. Celui-ci étant soluble, on ajoute lentement une solution d'acide arsénique dans le bain au voisinage de l'électrode négative (cathode).

5. *Rouge japonais.* — Cette couleur est un oxyde de plomb coloré par de l'éosine. On l'obtient en électrolysant une solution à 10 °/o d'acétate de sodium avec des plaques de plomb et ajoutant continuellement une solution d'éosine : ce produit se sépare par décantation.

6. *Vert Berlin.* — Gœbel précipite une solution de ferrocyanure de potassium au moyen d'un sel ferreux; met le précipité en suspension dans l'eau, et l'électrolyse. La solution est acidifiée avec 5 °/o d'un acide et placée dans le compartiment de l'anode. Sous une action prolongée, la couleur bleue disparaît et donne le produit désiré.

IV. — Opérations diverses.

1. *Blanchiment.* — Le procédé Hermite consiste à décomposer une solution de chlorure de magnésium par l'électrolyse. On obtient de l'hypochlorite de magnésium, que l'on peut faire agir, dans l'électrolyse même sur la substance à blanchir ou conserver. Les fibres animales ne se prêtent pas à ce mode de blanchiment; il réussit, au contraire, pour le coton, le lin, le jute, la pâte à papier. Le blanchiment électrolytique coûte environ moitié moins que l'ancienne méthode au chlorure de chaux.

Le docteur Goppelsrœder montre que quelques matières colorantes sont détruites par le courant, d'autres changent, et d'autres sont produites au moyen de substances non colorées. Il propose dès lors d'employer des électrodes d'une forme convenable appliquées sur le tissu et produisant des dessins.

2. *Tannage.* — On a reconnu que l'action de l'électricité facilite l'absorption du tannin par les peaux. Une usine installée à Orbe, en Suisse, a pu, en une semaine, préparer complètement trois cents peaux.

3. *Traitement électrolytique des jus sucrés.* — Un jus impur étant soumis à l'électrolyse, les matières organiques colorantes sont détruites par oxydation, et beaucoup de sels inorganiques peuvent être extraits au moyen d'électrodes convenables. Un sirop chauffé à 70 ou 75° C., soumis à un courant de 50 à 60 ampères sous 4 volts entre des électrodes de zinc ou d'aluminium, ayant une surface totale de 12 ou 14 mètres carrés, le récipient ayant environ $1^{m3}1/2$, le pôle négatif s'est recouvert d'un enduit gommeux d'albumine presque pure. Ce dépôt augmentant la résistance électrique, on l'évite en inversant le sens du courant toutes les deux ou trois minutes; après une dizaine de minutes de traitement, le sirop est extrait et traité comme à l'ordinaire.

L'avantage de ce traitement réside dans la diminution du lait de chaux et dans la suppression complète du noir animal.

Les électrodes sont attaquées en donnant des sels qui précipitent les impuretés du sucre, et l'alumine entraîne les matières qui restent en suspension.

Mentionnons enfin que l'électrolyse des eaux livrées à la consommation détruit les germes, comme l'ont montré les expériences faites sur les cultures de la diphtérie et de la tuberculose.

Dans un récent article paru ici même,[1] nous avons fait connaître à nos lecteurs les principes d'une nouvelle industrie qui est en train de se créer : la fabrication en grand du carbure de calcium pour la production de l'acétylène. Nous avons fait voir les avantages de ce dernier sur le gaz d'éclairage ordinaire : son énorme pouvoir éclairant, son prix de revient moindre (à pouvoir éclairant égal), sa facilité de production à partir du carbure de calcium, la faculté qu'on a de le liquéfier à une pression relativement peu élevée, faculté qui permet de le conserver en assez grande quantité dans de petits récipients et qui assure un transport facile.

Toutefois, ces considérations n'ont pas été sans susciter de nombreuses critiques, et plusieurs personnes vont jusqu'à dire que la crainte de voir un jour le gaz d'éclairage remplacé par l'acétylène n'est aucunement fondée.

On objecte[2] que le carbure de calcium *pur* ne pourra pas être livré à moins de 150 francs les 1.000 kilogs, qui produisent, dans de bonnes conditions, 300 mètres cubes d'acétylène. Or, le prix de la carcel-heure obtenue par cet éclairage est égal à celui de la même unité de lumière produite par le bec Auer avec le gaz de houille à 30 centimes le mètre cube. Et l'on fait observer que ce sont là des conditions exceptionnelles de prix et de rendement, car, actuellement, en Allemagne, le carbure de calcium est vendu de 550 à 600 francs les 100 kilogs et il ne fournit guère que 120 à 180 mètres cubes d'acétylène par tonne. En outre, les lampes à eau et carbure de calcium présenteront des inconvénients de poids et de volume, et les lampes à acétylène liquéfié ne seront guère d'un usage courant, le maniement de récipients contenant un gaz à la pression d'une quarantaine d'atmosphères présentant de réelles difficultés.

Nul doute que plusieurs de ces critiques soient assez sérieuses et qu'il faille, pour se prononcer en parfaite connaissance de cause, attendre les résultats pratiques d'essais faits sur une grande échelle. Nous croyons cependant que, lorsque l'industrie naissante se sera développée, on parviendra, par un choix approprié des matières premières et par des perfectionnements répétés dans la conduite des opérations, à produire un carbure de plus en plus pur et à des prix de moins en moins élevés, et que l'acétylène, par ses précieuses propriétés, sera de plus en plus appelé à être utilisé dans l'avenir.

Edouard Urbain,
Chimiste industriel.

[1] E. Urbain. Une Révolution dans l'Eclairage au gaz : utilisation industrielle et commerciale du carbure de calcium pour la production de l'acétylène (*Revue générale des Sciences* du 30 mai 1895, tome VI, pages 446 à 458).

[2] *Science et Commerce* (*Revue pratique de l'Electricité*, n° du 6 juillet 1895, p. 260).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Schlesinger (Prof. Dr L.), *Privat-docent an der Universität zu Berlin.* — **Handbuch der Theorie der linearen Differentialgleichungen.** *Tome* I. — 1 *vol. gr. in-8° de* 488 *pages* (*Prix* : 20 *fr.*) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1895.

M. Schlesinger s'est proposé de réunir, en un traité de deux volumes, la théorie des équations différentielles linéaires, sous sa forme actuelle, telle qu'elle résulte particulièrement des belles recherches de MM. Fuchs, Frobénius, Picard, Poincaré et Lie, en la rattachant aux travaux plus anciens de Lagrange, de Laplace, de Cauchy et de Riemann.

Le tome premier, qui vient de paraître, est entièrement consacré aux méthodes d'intégration des équations différentielles linéaires à coefficients algébriques. Depuis le célèbre mémoire de M. Fuchs, il ne s'agit plus de ramener simplement l'équation proposée à des quadratures, mais la théorie des équations différentielles consiste plutôt à déduire, directement de l'équation, la façon dont son intégrale se comporte dans le plan. C'est également le problème poursuivi dans ce volume. L'auteur ne s'est cependant pas attaché à un exposé purement systématique, afin de pouvoir suivre le développement essentiellement historique. Les questions difficiles, non encore résolues, n'ont pas été omises; elles se trouvent, au contraire, signalées à l'attention des analystes.

Quant aux renseignements bibliographiques, si importants dans un pareil ouvrage, ils ont été placés, dans la table des matières, en regard de chaque chapitre, comme l'a fait Lacroix dans son Traité de Calcul différentiel et intégral.

La théorie des équations différentielles linéaires a pris, depuis une trentaine d'années, un développement si considérable, grâce aux progrès de l'Analyse, qu'un traité tel que celui de M. Schlesinger, est appelé à rendre de grands services. C'est un *guide* précieux pour tous ceux qui veulent comprendre et poursuivre les découvertes de cette branche des Mathématiques.

H. Fehr.

Debains (A.), *Ingénieur des Arts et Manufactures, Pr de Génie Rural à l'Ecole Nationale d'Agriculture du Grand-Jouan.* — **Instructions pratiques sur l'utilité et l'emploi des machines agricoles sur le terrain.** — *Tome I* : **Labours.** *Tome II* : **Semailles.** *Tome III* : **Récoltes.** — 3 *vol. de* 200 *pages avec une centaine de figures chacun.* (*Prix* : *cartonnés*, 12 *francs*). *Société d'éditions scientifiques, Paris*, 1893-95.

La raréfaction de la main-d'œuvre à la campagne, l'élévation naturelle de son prix; l'avantage d'exécuter rapidement les travaux; les procédés de culture perfectionnés que seul permet l'usage de certaines machines, des semoirs par exemple; la nécessité absolue d'abaisser le prix de revient des récoltes; enfin, le désir légitime de l'homme de diminuer sa peine, de n'exercer que l'effort minimum : voilà les principaux faits qui ont généralisé l'emploi des machines agricoles. L'industrie et le commerce se sont vite engagés dans la voie nouvelle qui leur était offerte.

La statistique de 1881, dressée par les soins de M. Tisserand, directeur de l'Agriculture, enregistre les progrès réalisés dans l'emploi des machines agricoles depuis 1852. Nous en extrayons quelques chiffres caractéristiques. Le nombre des houes à cheval employées dans la culture est passé de 25.846 à 195.410; celui des machines à battre de 100.733 à 211.045; celui des faucheuses de 9.442 à 19.147.

Et depuis 1882 les chiffres ont certainement augmenté dans de fortes proportions.

Parmi toutes ces machines, combien sont nombreuses les variétés du même type !

Et combien de types différents de charrues, de semoirs, de moissonneuses-lieuses!

Comment le cultivateur s'y reconnaîtra-t-il ?

Comment fixera-t-il son choix sur les instruments qui répondent le mieux à ses besoins ?

Certes, bien souvent, le nom même du constructeur est une garantie. Mais il n'en est pas moins désirable que le cultivateur soit toujours capable d'apprécier et la machine qu'il achète, et le travail qu'elle fournit. M. Debains s'efforce de lui en procurer les moyens, d'une manière simple, sans faire appel à des connaissances spéciales généralement ignorées. En outre, M. Debains lui donne des renseignements précieux en ce qui concerne la conduite des machines sur le terrain : l'appropriation des divers instruments aux différentes conditions culturales, leur réglage, leur conservation et leur entretien. Le réglage des machines, condition *sine qua non* de leur bon fonctionnement, est trop souvent négligé. On saura gré à l'auteur de s'être particulièrement étendu sur cette partie de son programme.

Dans un pareil ouvrage, il ne peut être question d'historique, partie intéressante dans un traité général, mais inutile, et même incommode dans un traité destiné à des praticiens. L'auteur prend le matériel agricole sur le vif, tel qu'il est aujourd'hui, après la révolution qui l'a transformé. Il met le lecteur au courant des inventions les plus récentes et des procédés de construction les plus perfectionnés. La nature même de son livre lui a permis d'abandonner les planches explicatives, toujours compliquées, qui majorent le prix des traités de machinerie agricole. Il les a remplacées par de simples schémas.

Ceux-ci reproduisent avec clarté les organes actifs des machines et suffisent parfaitement à l'intelligence du texte.

Malgré le point de vue spécial auquel l'auteur s'est placé, son livre ne contient pas moins de très intéressantes études personnelles; plusieurs chapitres trouveraient place dans des traités plus considérables; citons, en particulier, les travaux de M. Debains sur le prix de revient des labours; les descriptions des appareils qu'il a imaginés pour les labourages à vapeur et à treuil; enfin, documents précieux, le prix de revient par hectare des travaux effectués par les machines.

L'ouvrage comprendra 4 parties formant 4 volumes : 1° *Instruments destinés à la préparation mécanique du sol* (charrues, herses, rouleaux); 2° *Distributeurs d'engrais, semoirs, houes à cheval;* 3° *Outillage propre à la récolte des fourrages et des céréales* (faucheuses, faneuses, etc.); 4° *Appareils destinés à la récolte des racines et des tubercules.* Les trois premiers volumes ont paru. Le tome III comprend les descriptions des faneuses, des faucheuses, des moissonneuses et des moissonneusses-lieuses, ces machines ingénieuses qui coupent, gerbent et lient les récoltes. M. Debains a traité d'une manière remarquable cette partie de son ouvrage, la plus difficile sans doute en raison de la multiplicité des organes des machines, des problèmes ardus posés à chaque instant, et que les constructeurs n'ont résolus qu'à force d'ingéniosité.

G. Wery,
Directeur des Etudes
à l'Institut National Agronomique.

2° Sciences physiques.

Thompson (Silvanus P.), *Directeur du Collège technique de Finsbury à Londres.* — **L'Electro-Aimant et l'Electro-Mécanique** (*Traduit de l'anglais par* **E. Boistel**). — 1 *vol. in-8° de la Bibliothèque électrotechnique.* 575 *p. et* 221 *fig. avec un portrait de l'auteur.* —(*Prix* : 10 *fr.*) *J. Fritsch, libraire-éditeur,* 30, *rue du Dragon, Paris,* 1895.

C'est dans les pays de langue anglaise que le magnétisme a été le plus étudié dans ces dernières années, et les auteurs anglais sont à la source immédiate des renseignements sur les principaux progrès de cette science. Nul n'était mieux à même de les rassembler que l'auteur, auquel on doit de remarquables travaux sur la question, et surtout un grand nombre d'études de détail sur le circuit magnétique.

L'ouvrage que nous présentons à nos lecteurs, dans l'excellente traduction qu'en a donnée M. Boistel, n'est nullement didactique; le plan en est difficile à saisir, et l'exposé de la théorie y est un peu indécis. Mais, en revanche, il est admirablement documenté, écrit d'une façon simple et claire, et rempli de renseignements pratiques. La description y va droit au but, et les données numériques relatives aux appareils sont reproduites sous leur forme immédiatement utilisable. Le peu que nous venons de dire suffit pour montrer que cet ouvrage est, avant tout, destiné aux praticiens, auxquels sa lecture sera éminemment profitable. L'ordonnance, qui laisse peut-être un peu à désirer, ne les gênera nullement, puisque la table des matières et l'index très complet leur indiqueront l'endroit précis où ils auront à chercher le document dont ils ont besoin.

Une courte introduction historique contient la description des électro-aimants les plus remarquables, soit par la date de leur construction, soit par leurs dimensions extraordinaires. Puis vient une étude sommaire, relative à la forme des électro-aimants et aux matériaux employés dans leur construction. On reviendra plus en détail sur ces deux points au cours de l'ouvrage; au chapitre suivant, déjà, on étudie les propriétés du fer au point de vue magnétique. Les méthodes d'essai sont décrites avec un détail suffisant pour être nettement comprises, et les résultats des recherches modernes y sont rapidement consignés.

C'est seulement au chapitre IV qu'apparaît définitivement la notion du circuit magnétique, à laquelle se rallie le reste de l'ouvrage; puis, à partir du chapitre VI, on entre dans la pratique immédiate, c'est-à-dire dans la construction des appareils. Ce sont d'abord des règles pratiques pour le bobinage et les études de construction d'électro-aimants spéciaux, comme ceux à action rapide destinés aux appareils vibrateurs ou aux relais; puis viennent les bobines à plongeurs, ensuite quelques mécanismes complets et la description des curieuses expériences que l'on peut faire à l'aide d'un électro-aimant excité par un courant alternatif. Les moteurs électro-magnétiques sont traités dans un court chapitre, ainsi que diverses machines-outils dans lesquelles l'électro-aimant joue le rôle principal. L'auteur donne ensuite les moyens d'éviter les étincelles, puis indique l'emploi de l'électro-aimant en chirurgie. Ce chapitre, inattendu dans un ouvrage qui ne s'égarera que peu sur la table des médecins, contient d'intéressants détails historiques sur l'emploi de l'aimant à l'extraction de parcelles de fer plantées dans la cornée ou même intérieures au globe de l'œil. En général, on se sert d'un électro-aimant spécialement adapté à ce but, pour attirer peu à peu le fragment de métal magnétique à un endroit convenable, au-dessous de la sclérotique, que l'on incise alors pour le retirer. Mais il arrive aussi que l'on puisse l'attirer à l'extérieur par la seule action de l'aimant.

L'auteur cite, entre autres, le cas d'un mineur dont l'œil gauche fut perforé, du côté interne, par un éclat de fer, qui voyagea à travers l'humeur vitrée, et vint se loger dans la rétine. On put, en pratiquant un léger élargissement de la plaie, introduire dans l'œil lui-même le pôle de l'extracteur, qui ramena, au second sondage, le corps étranger, cause du mal.

Il n'est que juste, après avoir résumé trop sommairement le contenu de cet ouvrage, de dire la perfection rare avec laquelle le traducteur l'a adapté. M. Boistel s'est fait, en quelque sorte, une spécialité de ce genre de travaux, dans lequel il excelle.

Un mot maintenant à l'éditeur pour n'oublier personne. M. Fritsch en est, croyons-nous, à ses débuts dans ce genre d'ouvrages, et il a conquis d'emblée une place honorable par une exécution typographique soignée. Il nous permettra cependant une critique de détail: l'économie faite sur les marges était d'autant moins indiquée que l'ouvrage dont nous parlons est de ceux que l'on annote volontiers; et puis, il aurait mieux valu, quitte à augmenter de deux sous le prix du volume, éviter de mettre une annonce au verso de la dernière page de texte. Cela n'est qu'un détail, mais qui a son importance. Que l'éditeur considère cette critique comme un simple conseil, et il ne nous en voudra pas, nous en sommes persuadé. Ch.-Ed. GUILLAUME.

La Baume-Pluvinel (A. de). — **La Théorie des Procédés photographiques.** — 1 *vol. petit in-8° de* 230 *pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché,* 2 *fr.* 50*; cartonné* 3 *fr.*) *Gauthiers-Villars et fils et G. Masson, éditeurs. Paris,* 1895.

Les traités de Photographie publiés jusqu'à ce jour envisagent seulement, dans la grande majorité des cas, le côté pratique des procédés qu'ils enseignent : les considérations théoriques qui s'y rattachent sont fort rarement abordées et presque toujours succinctement et incomplètement exposées; de sorte que la connaissance de la théorie de ces procédés exigeait jusqu'ici des recherches bibliographiques considérables.

L'ouvrage que M. de la Baume-Pluvinel vient de publier dans la Bibliothèque scientifique des aide-mémoire comble très heureusement cette lacune, en réunissant les principales idées théoriques qui se rapportent aux procédés photographiques.

Pendant de longues années, les premières méthodes qui ont utilisé la lumière pour produire des images ont été appliquées par des praticiens qui se sont fort peu soucies d'en rechercher et d'en approfondir le mécanisme ; on peut dire que l'empirisme a régné en maître et que la théorie de ces méthodes a été presque complètement négligée. Ces conditions ont certainement retardé, dans de très larges limites, l'évolution de la photographie.

Aujourd'hui encore bien peu des personnes qui emploient à chaque instant la Photographie connaissent les lois et les hypothèses sur lesquelles elle s'appuie.

En attirant l'attention des expérimentateurs sur le côté théorique des procédés photographiques, en réunissant les renseignements qui ont été publiés jusqu'ici dans cet ordre d'idées, M. de la Baume-Pluvinel a rendu un réel service à la Photographie.

Dans le chapitre I de son ouvrage, l'auteur s'occupe d'abord de l'action des radiations sur les corps en général; il énonce et développe à ce sujet, avec la plus complète clarté, les grands principes scientifiques de la théorie mécanique de la chaleur et de la thermochimie.

Les chapitres suivants sont consacrés aux divers procédés aux sels d'argent; les théories de la formation de l'image latente, du développement de l'orthochromatisme, s'y trouvent particulièrement traitées avec soin.

Le principe de la méthode interférentielle de

M. Lippmann y est également exposé, accompagné de considérations fort intéressantes.

Enfin, la théorie des divers procédés de photocopie termine l'ouvrage. Il y a lieu de regretter que cette dernière partie soit moins complète que les précédentes : les sels métalliques autres que les sels d'argent, si l'on en excepte les sels de chrome, n'ont guère fourni, il est vrai, jusqu'ici d'applications pratiques, et c'est sans doute cette considération qui a engagé l'auteur à abréger cette partie de son ouvrage.

Cette observation, d'importance fort minime, n'enlève ni le grand mérite, ni l'originalité d'une œuvre dont la lecture s'impose à toutes les personnes qui s'occupent sérieusement de Photographie.

Auguste et Louis Lumière.

Cross (C.-F.), et **Bevan** (E.-J.). — **Cellulose, an Outline of the Chemistry of the structural Elements of Plants.** — 1 *vol. in-12 de* 312 *pages avec* 14 *microphotographies.* (*Prix* : *cartonné*, 15 *fr.*) *Longmans and C^e, éditeurs*, 39, *Paternoster Row. Londres.* 1895.

On a dit quelquefois que la cellulose, malgré le rôle capital qu'elle joue dans l'économie de la Nature, possède peu d'attraits pour le chimiste; que ses combinaisons, ses produits de décomposition sont, en général, dépourvus de ces caractères accentués qui font la joie des chercheurs. Et pourtant, la liste bibliographique, qui se trouve à la fin du livre que nous analysons, contient les noms de plus de 140 auteurs, dont les travaux sont répandus dans la littérature chimique. Peu à peu, en effet, les matériaux se sont accumulés, et MM. Cross et Bevan, qui ont largement contribué, par leurs propres travaux, à nos connaissances sur la cellulose, ont senti que le moment était venu de discuter et de coordonner tous les faits acquis qui la concernent. D'autre part, tandis que, dans d'autres domaines de la Chimie, le champ d'études a été éclairé par des théories d'une utilité et d'une fécondité inestimables, comme la formule de la benzine de Kékulé pour la série aromatique, et la théorie du carbone asymétrique de Lebel et van t'Hoff avec ses conséquences stéréochimiques pour les carbohydrates, — la chimie de la cellulose a marché jusqu'ici à l'aventure, sans guide et sans flambeau.

Classer tous les documents épars sur la cellulose, instituer un système rationnel d'expérimentation et en déduire les conséquences théoriques tendant à l'établissement de la formule constitutionnelle, indiquer enfin les voies à suivre pour effectuer la résolution définitive du problème, tel est le but de la présente monographie.

La classification des méthodes y est conforme aux idées les plus récentes; celle des différentes celluloses se recommande d'elle-même. D'une part la cellulose pure et simple, avec le coton blanchi pour type, d'autre part les celluloses composées, les ligno-celluloses ayant pour type le jute et comprenant les bois, les pecto-celluloses représentées par le lin, les adipo-celluloses représentées par le liège, — forment le sujet des deux premières sections du livre.

Présenté sous cette forme méthodique, le sujet, qu'on s'attendait à trouver aride, devient, au contraire, plein d'intérêt. On est frappé tout d'abord du caractère robuste de cette molécule cellulosique si difficile à attaquer et si différente en cela de celle de l'amidon, qui se laisse, pour ainsi dire, démolir, pierre par pierre, sous l'influence de l'hydrolyse. C'est après avoir constaté cette différence fondamentale, que les auteurs ont adopté la tactique opposée et se sont rejetés sur les réactions synthétiques. Ils ont étudié successivement les acétates, les benzoates et finalement les xanthates ou thiocarbonates, et ont ainsi obtenu des données et établi des analogies d'une importance capitale.

Le fait dominant qu'ils ont découvert consiste dans la réaction du sulfure de carbone sur l'alcali-cellulose. Se fondant, d'une part, sur cette considération que la cellulose peut être envisagée comme un alcool, d'autre part, sur cette observation de Mercer que cette même cellulose est susceptible de former avec la soude caustique une combinaison — peu stable, il est vrai, — les deux chimistes eurent l'idée de soumettre la cellulose *mercérisée* ou alcali-cellulose à l'action du sulfure de carbone, en vue d'arriver au xanthate correspondant. Ils furent ainsi amenés à constater que la cellulose, traitée par moitié de son poids d'une solution, convenablement concentrée, de soude caustique, puis additionnée de 40 % de sulfure de carbone, donne un corps pâteux d'un intérêt tout particulier. Ce corps est, selon eux, le sel sodique de l'acide cellulose-xanthique ou thiocarbonique. Très soluble dans l'eau, il forme avec elle un liquide d'une viscosité extraordinaire. La solution jouit de cette propriété intéressante que, si elle est abandonnée à elle-même, le thiocarbonate de soude se décompose lentement : le sulfure de carbone, précédemment engagé en combinaison, est peu à peu mis en liberté, en même temps que de la cellulose insoluble se dépose. Celle-ci constitue alors une gelée résistante; exposée à l'air, elle se dessèche en se contractant et finit par ressembler à de la corne. Versée sur une surface unie, la solution ne tarde pas à manifester son aptitude à former des pellicules continues, bien homogènes, transparentes et remarquablement résistantes. Cette précieuse propriété a tout de suite suggéré à MM. Cross et Bevan la possibilité de nombreuses applications aux arts industriels : collage du papier (en pâte ou en feuille), apprêt et imperméabilisation des étoffes, préparation de pellicules de toutes sortes, fines ou grossières, de toute épaisseur et de toute couleur pour l'emballage, la reliure, les tentures décoratives, la confection de sacs et d'étuis, de plaques photographiques rigides et légères, etc., etc. La *Revue* compte revenir, en temps opportun, sur les détails techniques de ces industries naissantes. MM. Cross et Bevan ont eu l'amabilité de nous en montrer les premiers produits, il y a environ un an, dans leur laboratoire à Londres, et nous avons été frappé de la souplesse de leur procédé, susceptible de s'adapter à beaucoup d'usages. En raison de la facilité avec laquelle il peut être appliqué et du peu de frais qu'il exige, ce procédé nous paraît destiné à rendre de très prochains services à quantité de fabrications.

La deuxième partie de l'ouvrage traite des ligno-celluloses et, en particulier, du jute. Les réactions spéciales et les caractères chimiques de ces substances y sont exposés en détail. Signalons ce résultat principal que les celluloses lignifiées ne sont pas, comme on l'a cru si longtemps, des *mélanges* de cellulose et de lignine, mais des composés définis avec le groupe kétohexène, une sorte d'éther composé. On lira aussi avec intérêt la discussion des différentes méthodes analytiques, surtout de celles qui déterminent les groupes fournissant le furfurol (furfuroses et furfurosanes), le méthoxyl, etc.

Dans la troisième partie du livre sont décrites les méthodes pratiques : examen et identification des fibres, analyse et dosage des éléments constitutifs. C'est tout un recueil de renseignements précieux à l'usage du savant et de l'industriel, et qui se trouvent réunis ici pour la première fois. Morphologie de la cellulose, recherche des matières fibreuses brutes, analyse des textiles et du papier, extraction et séparation des fibres, procédés de filature, de blanchiment, de teinture, tous ces sujets sont traités avec le souci constant d'élucider les questions théoriques et surtout la question fondamentale de la constitution de la molécule cellulosique. Citons sur ce point les conclusions des auteurs :

« Comparant la cellulose à l'amidon, nous trouvons qu'elle résiste à l'hydrolyse et à l'acétylation, mais qu'elle se prête à la réaction si caractéristique des thiocarbonates. Ce sont là des différences, d'une part, de fonction et de réactivité des groupes OH, et de l'autre, de l'enchaînement des groupes uni-moléculaires $C^6H^8O^{10}$. Il s'agit de savoir si ces différences sont suffisantes pour imprimer au groupe cellulose

le cachet d'un type constitutif spécial. Nous croyons que oui. Partant du groupe uni-moléculaire $C^6H^{10}O^5$ et l'envisageant, ainsi que nous en avons le droit d'après les faits acquis, comme $C^6H^{10}O\ (OH)^4$, nous n'avons guère de choix, et nos conclusions peuvent s'exprimer en termes généraux de la façon suivante :

« 1. — Les atomes C des groupes $C^6H^{10}O^5$ sont liés l'un à l'autre de manière à former une chaîne fermée.

« 2. — L'enchaînement des groupes eux-mêmes s'effectue, non entre les O, mais entre les C.

« La synthèse des groupes $C^6H^{10}O^5$ entre eux doit se produire par l'union du CO d'un groupe avec le CH^2 d'un autre, donnant la forme alternative CH — C (OH). »

Si obscures étaient restées jusqu'à présent les questions de cette sorte que, malgré les importantes recherches consignées dans l'ouvrage de MM. Cross et Bevan, il serait sans doute imprudent de considérer toutes leurs conclusions comme absolument adéquates à la réalité des phénomènes. Ceux-ci semblent être extrêmement complexes et demander encore bien des études. Quoi qu'il en soit, d'ailleurs, des vues, en partie hypothétiques, auxquelles les auteurs ont été conduits, on ne saurait méconnaître le haut intérêt de leur œuvre : ils ont apporté au sujet de nouveaux éléments de discussion et les résultats pratiques qu'ils ont acquis semblent témoigner aussi, du moins en une certaine mesure, de la conformité de leur théorie avec les faits.

Disons enfin que le livre est orné de 14 planches admirablement exécutées d'après des microphotographies de M. J. Christie, et représentant des coupes des fibres typiques décrites dans le cours de l'ouvrage.

L. O.

3° Sciences naturelles.

Gérardin (Léon), *Professeur aux Ecoles Turgot et Monge*, et **Guède** (Henri). — **Botanique, Anatomie et Physiologie végétales.** — *1 vol. in-8° de 480 p. avec 335 fig. (Prix : 6 fr.). J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

Cet ouvrage répond, pour la Botanique, au programme du *Certificat d'études physiques, chimiques et naturelles*, qui vient de remplacer le baccalauréat ès sciences restreint. C'est donc un livre élémentaire, écrit, selon la bonne méthode pédagogique, avec le souci d'exposer la science à des jeunes gens qui la connaissent peu, assez documenté néanmoins pour initier aux études de botanique élevée les candidats à la licence ; ils y trouveront un bon résumé du savoir actuel sur l'anatomie et la physiologie des plantes.

Les descriptions sont claires et illustrées de figures bien choisies, empruntées aux bonnes sources, souvent à de récents mémoires. Il faut louer les auteurs d'avoir su mettre dans leur livre beaucoup de faits intéressants, sans pourtant l'encombrer, ce qui devient de plus en plus l'écueil du genre.

Jammes (Léon), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **Recherches sur l'organisation et le développement des Nématodes.** — *Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.* — *1 vol. gr. in-8° de 200 p. avec 12 fig. et 11 planches hors texte. Imp. P. Schmidt, 29, rue du Dragon, Paris.*

M. Jammes vient de publier le résultat des « Recherches sur l'organisation et le développement des Nématodes » qu'il a exécutées au Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Toulouse, sur neuf espèces de ces vers, libres ou parasites, et sur l'embryogénie de deux d'entre eux.

L'auteur schématise d'abord en quelques pages d'une grande clarté l'organisation des Nématodes telle qu'on la conçoit actuellement, ce qui permet ensuite d'intercaler dans ce cadre, en jugeant de leur importance, les nombreux faits nouveaux qu'il a constatés. M. Jammes a divisé en deux parties son remarquable travail. La première est l'*exposé affirmatif* des résultats de ses recherches ; la seconde est, en quelque sorte, l'*appui démonstratif* de la première, qui s'adresse aux naturalistes désireux de contrôler par le menu tous les points de l'ouvrage ; elle est exposée sous forme d'explication très détaillée des planches.

Un des faits les plus intéressants qui résulte de ce mémoire est la solution de la question si controversée de la réalité du système nerveux des Nématodes en tant qu'organe délimité. M. Jammes semble avoir définitivement établi que le système nerveux est uniquement représenté par une couche ectodermique diffuse composée d'éléments neuro-épithéliaux.

La cuticule qui recouvre la peau est formée de 1 à 4 couches dont les dispositions sont variables d'une espèce à une autre et pour un même individu, selon les conditions diverses de son habitat. L'appareil excréteur flottant dans la cavité générale chez les Nématodes libres, est inclus, chez les parasites, dans l'ectoderme, où il peut se ramifier, sans avoir de rapports avec les autres feuillets.

La structure si peu claire de l'élément musculaire des Nématodes est élucidée d'une manière définitive ; c'est un des résultats les plus importants du travail de M. Jammes. Chaque élément se compose d'une partie musculaire, contractile, nettement striée, et d'une portion non contractile, tournée vers l'intérieur du corps, pourvue d'une membrane, et contenant le noyau ; si la partie musculaire est aplatie, cette portion non contractile est formée d'une substance homogène peu élevée qui devient lacuneuse et plus haute à mesure qu'elle recouvre des cellules plus renflées du côté de la cavité générale. Ces éléments musculaires sont innervés par des fibrilles venues des éléments nerveux de l'ectoderme ; ils sont en outre reliés à l'intestin par des tractus très délicats traversant la cavité générale.

Les tubes sexuels acquièrent des proportions variables selon que les vers appartiennent à des espèces plus ou moins grandes. Une sorte de sillon externe, se traduisant intérieurement par un bourrelet saillant, se remarque le long de l'intestin.

L'étude de l'embryogénie a conduit M. Jammes à des conclusions entièrement nouvelles et d'un grand intérêt.

L'œuf qui se segmente à l'abri d'une coque de consistance variable selon la nature des milieux, donne naissance à une *morula* régulière qui se transforme en une *planula* à deux couches dont l'interne est compacte et donne en se divisant deux couches (endoderme et mésoderme définitifs) par un clivage circulaire déterminant la cavité générale. L'endoderme, cylindrique et plein au début, se creuse bientôt de la lumière intestinale. Aucune phase *gastrula* n'a été constatée.

L'ectoderme, primitivement épithélium continu, se transforme en divers éléments : nerveux, fibrilles et granulations. La cuticule débute par une plaquette exsudée par chaque cellule ; leur réunion secondaire détermine la cuticule. Le mésoderme produit les éléments musculaires qui rapidement augmentent en dimension, mais non en quantité ; il produit encore les filaments du mésenchyme qui s'étirent à mesure de la croissance de l'animal.

Enfin l'auteur expose divers points nouveaux de rapprochement entre les Plathelminthes et les Némathelminthes qui semblent si éloignés les uns des autres. Ce n'est pas un des chapitres les moins intéressants de cette thèse, dont il n'a été possible en ces quelques lignes que de donner un trop rapide aperçu.

Un mot encore sur les dessins à la plume dont M. Jammes, depuis longtemps passé maître en ce genre d'illustrations, a complété son mémoire ; les uns constituent onze planches, les autres sont intercalés dans le texte, et tous, exécutés par la même méthode, sont d'une lecture frappante et d'une grande perfection. On était d'ailleurs en droit de la demander à M. Jammes qui a déjà, comme l'on sait, exécuté récemment toutes les belles figures du Traité d'Embryologie de M. Roule.

L. Joubin.

4° Sciences médicales.

Brocq (L.), *Médecin des Hôpitaux de Paris*, et **Jacquet** (L.), *Ancien interne de l'Hôpital Saint-Louis*. — **Précis élémentaire de Dermatologie.** *Tome III :* **Dermatoses microbiennes. Néoplasies.** — *1 vol. petit in-8° de 232 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.) Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1895.

Le présent volume, deuxième partie du *Précis de Dermatologie* en cours de publication, traite particulièrement des dermatoses microbiennes et des néoplasies. Les diverses formes de la tuberculose cutanée sont exposées avec leurs caractères essentiels. Elles sont distinguées en deux groupes : 1° les lésions tuberculeuses cutanées résultant de l'inoculation directe du bacille, tels les tubercules anatomiques, la tuberculose verruqueuse de Riehl et Paltauf, les lupus; 2° les tuberculoses secondaires à une infection générale de l'économie et se manifestant par les ulcérations tuberculeuses de la peau et les gommes scrofulo-tuberculeuses. Le lupus érythémateux est classé parmi les affections tuberculeuses, comme l'admet sans restriction M. E. Besnier. Après la tuberculose, vient la lèpre, dont M. Jacquet a fait une intéressante étude sommaire; puis le rhinosclérome, la morve, la pustule maligne et l'œdème charbonneux. Les folliculites et périfolliculites sont décrites avec leurs multiples variétés. De courts chapitres sont consacrés aux affections des pays chauds : bouton d'Orient, ulcère annamite, pian.

M. Jacquet a réuni sous la rubrique psorospermoses les diverses affections qui sont actuellement rapportées aux coccidies. Sans entrer dans les discussions étiologiques, il admet comme établie la nature psorospermique de l'affection de Darier et de la maladie de Paget, comme probable ou même douteuse celle du *molluscum contagiosum* et des épithéliomas cutanés. Le mycosis fongoïde, l'actinomycose, le pied de Madura et la perlèche terminent le volume.

Cet ouvrage tire sa valeur de la compétence incontestée de ses auteurs dans les affections cutanées. Ils ont manifesté une tendance marquée à la simplification des descriptions et des notions pathogéniques, comme le commandait d'ailleurs le but purement pratique de ce précis.

Dr A. Létienne.

Morax (Dr V.), *Ancien Interne des Hopitaux de Paris*. — **Recherches bactériologiques sur l'étiologie des conjonctivites aiguës et sur l'asepsie dans la chirurgie oculaire.** — *Un vol. grand in-8° de 142 pages, avec une planche en couleurs. (Prix : 5 fr.). Soc. d'édit. scientif. Paris*, 1895.

Des recherches de M. Morax, il résulte que l'examen microscopique de la sécrétion conjonctivale permet, dans tous les cas, de poser un diagnostic étiologique certain. Le bacille observé par Wecks en Amérique, Koch et Kartulis en Egypte, isolé, cultivé et inoculé par Morax en France, est l'agent pathogène de la conjonctivite aiguë contagieuse. Le gonocoque démontre la nature blennorrhagique de l'inflammation conjonctivale et se trouve aussi dans le type leucorrhéique. Il existe encore une variété bénigne à pneumocoques et une autre à streptocoques, dite lacrymale, parce qu'elle est toujours liée à l'existence d'une phlegmasie de même nature des voies lacrymales.

Partant de ces données, l'auteur voudrait que la bactériologie fût la base de la classification des conjonctivites aiguës. L'inconvénient de cette méthode, d'ailleurs logique, est évident : dans l'état actuel de nos connaissances, nombre de conjonctivites aiguës n'entrent pas dans les quatre classes décrites par M. Morax. Il faudrait donc créer une 5e classe : conjonctivites à bactériologie inconnue, dans laquelle se rencontreraient les types les plus disparates, et notamment ceux présentant les mêmes symptômes que ceux des classes précédentes.

Il en résulterait une certaine confusion dans l'histoire clinique de cette affection. Mais, si nous pensons qu'il serait prématuré d'adopter pour le moment cette classification, nous devons reconnaître qu'elle a été le point de départ des intéressantes recherches que nous présente l'auteur dans sa thèse. M. Morax a réussi à isoler le bacille de la conjonctivite des armées, catarrhale, épidémique, qu'il propose d'appeler simplement infectieuse. Il l'a cultivé, en a fixé la morphologie et en a déterminé les propriétés pathogènes par des expériences d'inoculation poursuivies jusque sur lui-même.

La seconde partie de l'ouvrage est moins importante : elle démontre pour la chirurgie oculaire ce qui était déjà admis en chirurgie générale, à savoir que l'usage des antiseptiques est inutile sinon nuisible ; que la solution physiologique stérilisée répond à tous les desiderata, et que les seules conditions de succès résident dans l'emploi d'instruments et d'objets de pansements parfaitement aseptiques.

Dr Gabriel Maurange.

Dupuy (Edmond), *Pr à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Toulouse*. — **Cours de Pharmacie.** *Tome II.* **C Pharmacie chimique.** 1er *Fascicule. Médicaments chimiques appartenant à la chimie minérale.* — *1 vol. in-8° de 610 p. avec 29 fig. (Prix : 10 fr.) — L. Battaille et Cie, éditeurs, 23, Place de l'Ecole de Médecine, Paris*, 1895.

C'est un livre pour les étudiants, fort bien disposé au point de vue de la clarté de l'exposition, et de la facilité pour la recherche d'un renseignement. Chaque médicament forme un petit chapitre, avec un certain nombre de paragraphes signalés par une rubrique bien apparente.

Il est regrettable que l'une de ces rubriques, *Action physiologique*, ne recouvre souvent que des données trop vagues, empruntées à des auteurs trop anciens. Mais c'est déjà une excellente tendance que d'avoir introduit ces notions dans un traité de pharmacie.

Non seulement, ce volume sera fort apprécié des élèves pour préparer leurs examens, mais il sera fort commode aussi comme aide-mémoire pour les praticiens et les hommes de laboratoire.

Toutes les formules sont données à la fois en équivalents et en atomes.

L. Lapicque.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 530e et 531e livraisons. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes.*

Les 530e et 531e livraisons renferment la monographie des *Lichens* par M. H. Fournier; la monographie du genre *Lièvre*, par le Dr E. Trouessart; une étude sur la théorie des *limites* en mathématiques par M. H. Laurent; une monographie complète du *lin*, au point de vue de la culture, des récoltes et du commerce par M. A. Larbaletrier; au point de vue de l'industrie, de ses manipulations et des métiers qui servent à le tisser, par M. Riegel; des articles sur les villes de *Lille*, de *Limoges*, leur histoire, les principaux monuments qu'elles renferment, par M. A. Leroux; une étude sur les *Ligures*, par M. L. Will; un article sur le *lied* et son évolution dans la musique par M. A. Ernst; l'histoire de la *Sainte-Ligue* par M. P. de Vaissière; la biographie de *Lincoln*, le célèbre président des États-Unis, par A. M. Berthelot.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Juin 1895.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. **Neumann**, correspondant de la Section de Géométrie. — M. **Bertrand** rappelle en quelques mots les travaux de ce savant physicien et mathématicien, professeur à l'Université de Königsberg.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Rambaud et Sy** adressent leurs observations de la planète BX (Charlois), faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. **A. Pellet** énonce quelques propriétés relatives aux centres instantanés de rotation des développées d'une figure plane dans son plan. — M. **R. Levavasseur** adresse une note sur une catégorie de groupes de substitutions associés aux groupes dont l'ordre égale le degré. — M. **F. de Salvert** énonce deux formules connexes concernant les fonctions complètes de troisième espèce, relatives à des modules complémentaires. — M. **A. Lucas** soumet au jugement de l'Académie un mémoire sur les forces centrifuge et centripète et sur une nouvelle valeur de la gravité g.

2° Sciences physiques. — M. **Lecoq de Boisbaudran** donne une nouvelle méthode pour déterminer le volume des sels dans leurs dissolutions aqueuses; on opère la dissolution dans un dilatomètre, appareil plein de liquide et muni d'une tige graduée sur laquelle on lit les valeurs absolues des changements. L'erreur est beaucoup moindre que par la méthode du flacon à densité. — M. **Daubrée** signale la présence de M. le Dr Otto Nordenskiöld, neveu de l'explorateur, et met au courant de l'intéressant voyage qui se prépare en Suède pour l'exploration de la Terre-de-Feu. — M. Faye lit un rapport sur le projet d'expédition en ballon aux régions polaires de M. **J.-A. Andrée**. Il discute chacune des données du problème et conclut à la possibilité de le résoudre, tout en faisant remarquer que le retour présente de bien grandes difficultés. — M. **A. Haller** expose quelques généralités sur l'influence acidifiante des radicaux dits négatifs et propose une classification particulière pour les acides non carboxylés. Il indique la préparation des combinaisons :

$$R.CH = \begin{matrix} CAz \\ \diagup \\ COH.C \\ H^2Az.AzH\,C^6H^5 \end{matrix} - \begin{matrix} \\ \diagdown \\ CO^2R \\ \\ \end{matrix}$$

en traitant, en solution éthérée, une molécule d'éther acylcyanacétique par deux molécules de phénylhydrazine; il décrit successivement les composés formés à partir de l'acétocyanacétate de méthyle, d'éthyle, du propionylcyanacétate d'éthyle, du butyryl et de l'isobutyrylcyanacétate d'éthyle. — M. **Bonnal** soumet au jugement de l'Académie un pèse-vin dosant simultanément l'alcool et l'extrait dans les vins. — M. **Clève** annonce que M. Langlet a déterminé la densité de l'hélium : 2.02 pour $H = 1$. — MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens** ont réduit l'oxyde azoteux gazeux maintenu sur le mercure en présence du fer humide, ou sa dissolution aqueuse mise au contact de divers métaux, magnésium, zinc, cadmium, fer. L'oxyde gazeux est réduit avec dégagement simultané d'hydrogène; l'oxyde dissous est transformé aussi en azote, mais il y a formation d'un peu d'ammoniaque. Le gaz, au contact des métaux humectés d'eau, se comporte de la même façon. — M. **de Forcrand** a préparé de l'acétylure de sodium à partir de l'acétylène et du sodium et déterminé sa chaleur de formation. L'acétylène a une acidité plus faible que les alcools même tertiaires; mais la différence thermique correspondant à ces alcools est petite et à peine supérieure à celle qui sépare ces alcools des alcools primaires et bien inférieure à celle qu'on observe entre les alcools primaires et les phénols. — M. **Paul Rivals** conclut de l'étude thermique du chlorure de phtalyle qu'il n'est pas un chlorure d'acide bibasique, mais un isomère dissymétrique du chlorure de phtalyle symétrique; l'étude du phtalide conduit aux mêmes conclusions. — M. **J. Guinchant** a étudié la conductibilité de quelques éthers cétoniques; ceux qui présentent une conductibilité notable sont ceux dans lesquels on devrait admettre, d'après M. Bruhl et d'après M. Perkin, l'existence du même groupement $= C - OH$ à double liaison qu'on trouve dans les acides carboxylés, les phénols, l'acide cyanique normal, le carbostyrile, etc. Les sels de soude présentent une conductibilité normale obéissant à la loi de M. Ostwald. — M. **E. Burcker** a entrepris une série de recherches en vue de contrôler le degré d'exactitude que comporte, lors du dosage des acides volatils dans les vins, la méthode de distillation à l'aide de la vapeur d'eau et de rechercher quelle était la part qui pouvait revenir, dans l'acidité du produit distillé, aux différents acides fixes ainsi qu'aux sels d'acides qui existent naturellement dans le vin ou qui peuvent s'y rencontrer à la suite d'altérations ou de falsifications. 1° La méthode donne des résultats suffisamment exacts et comparables à ceux que l'on obtient par le procédé beaucoup plus long de l'évaporation dans le vide; 2° La limite maxima d'acidité volatile pour les vins de France sains ne dépasse pas 0 gr. 7 par litre, exprimée en SO^4H^2; cette limite pour les vins d'Algérie et de Tunisie doit être portée à 1 gr. 6. — M. **C. Chabrié** résume quelques recherches sur les phénomènes chimiques de l'ossification qui le portent à attribuer une influence de premier ordre aux globules du sang et à la teneur en urée de ce liquide; ces faits font comprendre pourquoi, dans les maladies par ralentissement de la nutrition, le squelette est si souvent menacé; ils démontrent en outre que ce n'est pas le phosphore des phosphates qui se dépose sans l'aide des composés organiques phosphorés, mais que ce n'est pas non plus le phosphore organique qui se fixe en nature sur les tissus. C'est le phosphore organique qui précipite le phosphore minéral.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Zeiller** a étudié la flore des dépôts houillers d'Asie Mineure et indique la présence du genre *Phyllotheca*. C'est une flore westphalienne représentée par des Calamites, des Lépidodendrons et des Sigillaires cannelées. Grâce à l'étude de nouveaux échantillons, l'auteur range ces dépôts à la limite entre l'étage inférieur et l'étage moyen du Westphalien, c'est-à-dire tout à fait au sommet de la zone du *Nevropteris Schlehani*. — MM. **Gastine et Degrully** ont fait l'étude chimique détaillée des centres de feuilles de vignes chlorosées et non chlorosées; ils concluent de cette analyse que, dans le mode de traitement par le sulfate de fer en solutions concentrées, le fer ne peut jouer aucun rôle, de sorte que c'est l'acide sulfurique qui produirait les bons effets du traitement. Des traitements comparatifs faits avec le sulfate de fer et l'acide paraissent en effet donner jusqu'ici les mêmes résultats. — MM. **Charrin et Ostrowsky** montrent l'*oïdium albicans* comme agent pathogène général. Son inoculation révèle au point de vue de la pathogénie, de la physiologie pathologique des désordres morbides, toute une série de processus propres à ce champignon.

J. Martin.

Séance du 10 Juin 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, la Carte du ciel de la France (Paris) le 1er juillet, par M. **J. Vinot**. — M. **J. Guillaume** communique les observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le premier trimestre de 1895. Le nombre de groupes de taches a beaucoup diminué en même temps que l'étendue superficielle totale a augmenté; les groupes de facules continuent à diminuer en nombre et en étendue. — M. **J. Janssen** annonce que la grande coupole de l'Observatoire d'Astronomie physique de Meudon est prête à fonctionner; il rappelle les travaux accomplis à l'Observatoire depuis sa fondation en 1876: la création de la photographie solaire, de la photographie des comètes et de la photométrie photographique, l'étude des atmosphères planétaires de Mars, Vénus et Jupiter. — M. **J. Boussinesq** établit que toute houle de mer simple, à mouvements évanouissants aux grandes profondeurs, a la forme nécessairement pendulaire quant à l'expression des déplacements de chaque particule en fonction du temps et se trouve ainsi régie, sans aucun doute, par les lois de Gerstner. — M. **E. Cosserat**, reprenant la proposition établie par M. Maurice Fouché, à savoir que la recherche des courbes algébriques à torsion constante revient à la détermination de deux fonctions algébriques v et $f(u)$ d'une variable u vérifiant la relation:

$$\frac{4v'}{u - v'^2} = f''(u)$$

fait remarquer que ce résultat trouve sa véritable origine dans cette proposition que la détermination des surfaces minima algébriques inscrites dans une sphère revient à la recherche des courbes algébriques à torsion constante. On en déduit cette conséquence qu'il y a actuellement une infinité de surfaces minima algébriques inscrites dans une sphère. — M. **P. Pépin** énonce un grand nombre de nouveaux théorèmes d'arithmétique. — M. **Jules Andrade** reprend le problème de Poinsot fournissant une preuve expérimentale de la rotation de la terre à l'aide d'un système explosif; il corrige certaines inexactitudes et montre que le mode d'explosion a une influence que l'on peut d'ailleurs diriger et qui permet d'indiquer un type d'expérience propre à déterminer non seulement la colatitude, mais encore la direction du méridien. — M. **A. Laussedat** rend compte des levers photographiques exécutés en 1894 par les ingénieurs canadiens et le Service du « Coast and geodesic Survey » des Etats-Unis pour la délimitation de l'Alaska et de la Colombie britannique. L'auteur démontre que la photographie peut rendre des services non seulement dans les conditions exceptionnelles de ces opérations, effectuées au milieu de montagnes élevées couvertes de glaciers, mais encore dans les conditions les plus ordinaires de ces levers géodésiques.

2° Sciences physiques. — M. **H. Deslandres** a fait l'étude spectrale des charbons du four électrique; les morceaux les plus éloignés de l'arc montrent les raies des impuretés ordinaires du charbon qui sont les métaux alcalins et alcalino-terreux avec le cuivre, le fer le silicium; mais, lorsqu'on se rapproche de l'arc, les raies d'impuretés diminuent peu à peu et finalement disparaissent. Les parties les plus pures des deux pôles sont les champignons qui se forment au pôle négatif. — M. **E. Bouty** communique un certain nombre d'expériences relatives aux flammes tranquilles, mais prêtes à ronfler sous diverses influences; les effets curieux obtenus peuvent s'expliquer en admettant les deux propositions suivantes : 1° Sur la périphérie de la région troublée, le mélange de gaz et d'air se fait d'une manière irrégulière et des portions très petites du mélange peuvent échapper à la combustion immédiate ; 2° la production d'un son facilite l'explosion d'un mélange, si la période du son est suffisamment voisine de celle du bruit explosif. — M. **P. Villard** a préparé de l'acétylène tout à fait pur par le procédé de M. Moissan et étudie ses propriétés physiques, sa tension de vapeur en fonction de la température, à l'état solide et à l'état liquide, son hydrate dont la formule est $C^2H^2.6H^2O$ et la chaleur de formation de cet hydrate. — M. **Louis Henry** donne un procédé de formation synthétique des alcools nitrés, lequel consiste à faire agir molécule à molécule le nitro-méthane sur les aldéhydes en présence du carbonate de potasse ou de la potasse caustique. Le chlorure d'acétyle donne l'acétate correspondant à l'alcool nitré et le pentachlorure de phosphore, le chlorure dérivé. Cette réaction d'addition devient de plus en plus difficile à obtenir quand on s'élève dans la série. — MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault** ont poursuivi leurs recherches sur la condensation des aldéhydes et des acétones non saturées avec les aldéhydes propionique, isobutylique et isovalérique, acétones qui peuvent être condensées elles-mêmes avec l'amido-guanidine suivant un procédé indiqué par Baeyer. L'acétone ordinaire seule se condense facilement avec les aldéhydes: d'autre part, quand le poids moléculaire des aldéhydes augmente, l'aptitude à la condensation avec l'acétone diminue, et la réaction principale devient la condensation de l'aldéhyde elle-même. — MM. **Cazeneuve** et **Haddon** ont étudié les causes de la coloration et de la coagulation du lait par la chaleur. Ils résument les résultats de leurs expériences dans les conclusions suivantes : 1° Le jaunissement du lait est dû à l'oxydation de la lactose en présence des sels alcalins du lait. 2° La lactose, dans cette oxydation, donne des acides et, entre autres, de l'acide formique facile à constater, dont la présence suffit à expliquer la coagulation du lait comme il arrive avec n'importe quel acide. 3° La caséine coagulée n'est pas altérée dans ces conditions mais simplement teinte en jaune par les corps bruns formés aux dépens de la lactose. — MM. **Ph. A. Guye** et **Ch. Jordan** ont préparé un grand nombre d'éthers des acides α-oxybutyriques actifs dans le but de faire l'étude de leurs pouvoirs rotatoires. La formule simplifiée du produit d'asymétrie est insuffisante, dans la plupart des cas, pour rendre compte des valeurs trouvées. La règle de la superposition des effets optiques se trouve vérifiée dans le cas de trois carbones asymétriques. — M. **Battandier** apporte quelques contributions à l'histoire des alcaloïdes des Fumariacées et des Papavéracées. — M. **Th. Schlœsing fils** s'est demandé si la germination entraîne une perte sensible de l'azote des semences à l'état gazeux; ses expériences, fondées sur la mesure et l'analyse exactes des atmosphères enfermées dans les récipients où se développent les êtres étudiés, établissent nettement que la germination des graines de blé et de lupin n'a pas entraîné une perte appréciable d'azote à l'état gazeux. — M. **Effront** a constaté que l'infusion de grains crus favorisait la saccharification, de même que l'asparagine, les sels d'aluminium et de vanadium, etc. Cette action est manifestée par le pouvoir saccharifiant tandis que le pouvoir liquéfiant est peu ou pas influencé. L'exaltation du pouvoir saccharifiant atteint son maximum au moment où 25 % de la quantité soluble de l'amidon mis en contact sont transformés en maltose; au delà de ce degré de saccharification les substances étrangères exercent une action beaucoup moindre, et, en présence d'une proportion d'amylase, apte à provoquer une saccharification profonde (60 à 70 de maltose), leur action devient nulle. — M. **Ch. V. Zenger** signale la simultanéité des phénomènes météorologiques qui se sont produits en Bohême, et du tremblement de terre de Laibach et de Florence. — M. **Albert Trubert** adresse une note ayant pour titre : Détermination des proportions de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie dans les terres riches et marnes magnésiennes, cendres, dépôts, etc. — MM. **Joué** et **Crouzel** adressent une note sur la décoloration des vins blancs provenant de cépages

rouges. — M. **Maumené** adresse une note intitulée : Sur l'action de l'eau et du sucre. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Marchal** montre qu'une cécidomya nouvelle, *Cecidomya avenæ*, attaque l'avoine comme la cécidomye destructive attaque le blé, le seigle et l'orge. Néanmoins, le fléau se trouve enrayé par ce fait que les larves de la cécidomye sont parasités par les larves de *Platygasters* et de Chalcidiens. — M. **J. Chatin** étudie la cellule épidermique des Insectes, son protoplasma et son noyau, surtout celles affectées aux insertions musculaires. Là le noyau s'allonge, se contourne, faisant croire à une division directe. — M. **de Launay** montre la relation des sources thermales de Néris et d'Evaux avec les dislocations anciennes du Plateau central. — M. **Welsch** indique la succession des faunes du Lias supérieur et du Bajocien inférieur dans le détroit du Poitou. Le Toarcien à marnes gris bleu, alternant avec des calcaires marneux en bancs, montre six zones, le Bajocien quatre, toutes nettement caractéristiques. — MM. **S. Duplay** et **Savoire** ont fait des recherches sur les modifications de la nutrition chez les cancéreux. L'azoturie est normale dès qu'on assure l'alimentation avec le régime lacté. — MM. **Phisalix** et **Bertrand** étudient l'emploi et le mode d'action du chlorure de chaux contre la morsure des serpents. Ce sel n'a qu'une action locale. Il détruit le venin et mortifie les tissus et met ainsi obstacle à l'absorption du toxique. J. MARTIN.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 18 Juin 1895.

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. **Verneuil**, membre de la Section de Chirurgie. — M. **Nicaise** donne lecture du discours qu'il a prononcé sur sa tombe. La séance est ensuite levée en signe de deuil.

Séance du 25 Juin 1895.

M. **Regnard** est élu membre de l'Académie (Section de Physique et Chimie médicales). — M. **Cadet de Gassicourt** insiste sur la nécessité de l'examen bactériologique dans le diagnostic des angines diphtériques ou à forme herpétique et il émet le vœu que des laboratoires d'examen bactériologique soient créés dans le plus bref délai. — M. **Ch. Périer** présente deux malades qui ont subi, sans trachéotomie préalable ni consécutive, l'opération de la laryngotomie pour tumeurs du larynx. — M. **J. Rochard**, à propos de la question de la prophylaxie de l'alcoolisme, estime qu'on ne doit pas seulement s'occuper du préjudice causé à la santé publique par l'impureté des alcools, mais qu'on doit aussi diminuer la consommation de ce produit, et cela par deux mesures : 1° en rétablissant l'autorisation préalable pour l'ouverture des cabarets ; 2° en élevant les droits sur l'alcool et en réprimant la fraude avec sévérité. — M. **Bordas** fit un mémoire sur le pouvoir antiseptique du permanganate de chaux.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 15 Juin 1895.

M. **Tarchanow**, après avoir décapité un canard et établi la respiration artificielle, a constaté des mouvements automatiques spontanés des ailes et du corps, mouvements qui ont duré plusieurs heures. — M. **Charrin** a constaté la présence du *Proteus vulgaris* dans un cas de pleurésie chez une femme enceinte ; la femme mourut et son enfant est resté chétif. Il semble donc que l'infection exerce une action sur le produit de la conception. — M. **Abelous** établit, par de nouvelles expériences, le pouvoir antitoxique des capsules surrénales. — MM. **Déjerine** et **Sottas** ont étudié la répartition des fibres endogènes du cordon postérieur de la moelle et la constitution du cordon de Goll. — M. **Tarchanow** a déterminé les effets de la chloroformisation sur les grenouilles. — M. **Starch** montre que les matières albuminoïdes ne peuvent transformer l'amidon en sucre que si elles sont le véhicule de microbes ou de ferments solubles.

Séance du 22 Juin 1895.

M. **Boinet** (de Marseille) a constaté que les organismes cancéreux offrent une moins grande résistance que les organismes sains aux injections intraveineuses de suc cancéreux provenant de tumeurs ulcérées. — MM. **Hanot** et **Lévi** ont observé pour la première fois la présence d'un tubercule dans la membrane interne de l'aorte. — M. **Marinesco** présente une malade atteinte d'acromégalie avec hémianopsie bitemporale et diabète sucré. — M. **Nepveu** (de Marseille) signale la présence de l'indol et de l'indican dans le tissu des tumeurs cancéreuses. — M. **Laborde** (de Bordeaux) envoie une note relative à l'action d'une moisissure nouvelle sur le maltose.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Mai 1895.

M. **Daniel Berthelot** fait connaître une nouvelle méthode pour la mesure des températures. C'est une méthode optique, fondée sur les propriétés des gaz, et qui offre de précieux avantages. Elle permet de prendre la température d'un milieu par le simple examen d'un rayon lumineux qui l'a traversé. Elle est indépendante de la nature de l'enveloppe thermométrique, ainsi que de sa forme et de ses dimensions. Elle est applicable à toutes les températures, mais offre un intérêt particulier pour le cas des hautes températures. Parmi les méthodes actuelles applicables à ce cas, une seule est directe, c'est celle du thermomètre à gaz ; les autres, fondées sur les propriétés des solides, sont d'un emploi plus facile, mais ce sont des méthodes indirectes fondées sur des formules empiriques et qu'on étend par extrapolation. Telles sont la méthode du couple thermoélectrique, les méthodes photométrique et calorimétrique. Cette extrapolation n'est pas toujours légitime, car, au delà de 1000°, les diverses méthodes présentent entre elles des divergences considérables. L'auteur a eu recours aux propriétés des gaz. Les gaz offrent l'avantage d'obéir à des lois simples ; puis, comme une élévation de température les rapproche des gaz parfaits, ils vérifient de mieux en mieux ces lois aux températures élevées. L'étude des indices de réfraction montre que la réfraction $n - 1$ d'un gaz varie exactement comme la densité. Cette loi est vraie également pour les gaz facilement liquéfiables et pour les autres, et elle se vérifie aussi bien lorsqu'on modifie la densité par un changement de pression (Mascart, Chappuis et Rivière) que par un changement de température (Chappuis et Rivière, Benoît). Donc, à une densité donnée correspond toujours un même indice de réfraction, la température et la pression pouvant être différentes. C'est là le principe de la méthode nouvelle de M. Berthelot. Par une méthode interférentielle, on sépare un faisceau lumineux en deux parties qui traversent deux tubes remplis d'un même gaz, primitivement à la même température. On porte l'un des tubes à la température à mesurer : il en résulte un déplacement des franges. On les ramène à leur position primitive, soit en diminuant la pression dans le tube froid ou en l'augmentant dans le tube chaud. De là deux formes pour ce thermomètre interférentiel, le thermomètre à pression constante ou à densité constante. La principale difficulté dans la réalisation de cet appareil consiste à séparer suffisamment les deux faisceaux pour leur permettre de traverser des milieux portés à des températures très différentes. La méthode de M. Michelson a l'inconvénient d'exiger des surfaces optiques très parfaites et de nécessiter un réglage compliqué. M. Berthelot a préféré un dispositif un peu différent, résultant de l'emploi combiné des miroirs de Jamin et des parallélipipèdes de Fresnel. M. Mascart n'avait employé les parallélipipèdes que dans le cas d'une lu-

mière homogène ; M. Berthelot a pu obtenir des interférences en lumière blanche. Il peut alors prendre pour repère la frange centrale. Un premier miroir de Jamin dédouble le faisceau parallèle incident. L'un des rayons tombe sur l'un des parallélipipèdes, est réfléchi deux fois totalement, et sort parallèlement à sa direction primitive. L'autre parallélipipède rétablit la distance primitive des deux rayons, un peu en avant du second miroir de Jamin. On peut disposer ainsi d'un écartement de 92 millimètres entre deux rayons ; sur l'un est placé un tube relié à une machine pneumatique ; sur l'autre, le tube, chauffé en son centre par un manchon où circulent différentes vapeurs, et refroidi à ses deux extrémités. L'influence des deux régions à température variable s'élimine par compensation au moyen de deux expériences successives sur deux tubes qui ne diffèrent que par la longueur de la région centrale. M. Berthelot a déjà éprouvé sa méthode par trois séries d'expériences destinées à mesurer les températures d'ébullition de trois liquides sous des pressions variables. Pour l'alcool et l'eau, c'est-à-dire vers 78°,2 et 100°, les écarts avec les températures calculées sont inférieurs à $\frac{1}{10}$ de degré. Pour l'aniline, c'est-à-dire au voisinage de 184°, les écarts sont de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de degré. M. Berthelot se propose d'appliquer cette méthode nouvelle à l'évaluation des hautes températures et à l'étude de la vitesse du refroidissement dans les gaz. — M. **Cornu** signale à ce propos la difficulté d'obtenir, dans le cas des grandes différences de marche, des franges stables. A cause de l'imperfection des supports, elles se déplacent avec le temps parfois de plusieurs franges, et la réduction à la position initiale est assez incertaine. Pour éliminer cette cause d'erreur, M. Cornu a eu recours à un procédé qu'il a publié seulement dans le *Bulletin de la Société Philomatique*. Il consiste à faire passer dans l'un des tubes un faisceau et la moitié de l'autre. On obtient ainsi un zéro variable ; il suffit d'opérer les mesures à partir de ce zéro. — M. **Berthelot**, qui opère dans les caves du laboratoire de M. Bouty à la Sorbonne, a à sa disposition des piliers de maçonnerie massive très stables, et il n'observe aucun déplacement sensible, si ce n'est celui qui est dû à une lente variation thermique des supports. — M. **Pellat** a besoin, pour ses recherches actuelles, de pouvoir mesurer le pouvoir inducteur spécifique des solides et des liquides. Il fait connaître le nouvel appareil qu'il a combiné dans ce but. C'est essentiellement un électromètre absolu de lord Kelvin. Les deux plateaux mobiles, égaux et parallèles, sont solidaires, et leur ensemble est suspendu à un fléau de balance. A l'autre extrémité du fléau est un plateau muni d'un amortisseur à air du système de M. P. Curie. Les deux anneaux de garde sont également réunis par un cylindre métallique, et l'ensemble forme une boîte, percée seulement des ouvertures nécessaires. En regard des plateaux mobiles sont deux plateaux attirants qui communiquent aussi entre eux, mais l'un de ces plateaux étant fixe, l'autre est porté par une vis micrométrique avec limbe gradué. Toutes les autres pièces sont reliées à la cage de l'instrument et sont au même potentiel que la cage. Les plateaux attirants seuls sont portés à un autre potentiel. La position du système des deux plateaux mobiles est déterminée par l'observation au microscope d'un réticule porté par la tige qui relie ces deux plateaux. Le microscope porte lui-même un réticule, et l'appareil est réglé de telle sorte que les croisées de fils des deux réticules coïncident quand le plateau mobile supérieur est rigoureusement dans le plan de son anneau de garde. La balance est sensible au $\frac{1}{20}$ de milligramme, et pour parfaire la tare, on agit sur un petit treuil sur lequel s'enroule une des extrémités d'un petit ressort en fil d'argent très fin dont l'autre extrémité est attachée à l'un des bras du fléau. On installe la lame diélectrique par trois petites cales de verre bien travaillées, sur la face supérieure de l'anneau de garde, et on règle la tare de manière que les réticules coïncident quand, d'abord, tout est au même potentiel. Puis on établit une différence de potentiel, et on soulève par la vis micrométrique le plateau attirant supérieur jusqu'à obtenir l'égalité d'attraction des deux plateaux mobiles. On répète la même opération après avoir retiré la lame diélectrique. Si e est l'épaisseur de la lame, et a la quantité dont il a fallu rapprocher le plateau inférieur, la constante diélectrique est donnée par $\frac{e}{e-a}$. L'appareil est sensible à un déplacement de 1 ou 2 microns. Dans ce mode opératoire, la balance est instable ; mais, grâce à l'amortisseur, on arrive au zéro sans oscillations et dans un temps très court. Comme dans cette méthode, les deux forces antagonistes sont toutes deux des forces électriques, il n'est pas nécessaire de chercher à maintenir constante la différence de potentiel, car les deux forces antagonistes varient alors dans le même rapport. La position d'équilibre se maintient, quelles que soient les variations du potentiel. L'appareil convient aussi au cas des liquides. On immerge alors toute la partie inférieure dans le liquide. La constante diélectrique est donnée par $\frac{d'^2}{d^2}$, d et d' étant les distances du plateau attirant supérieur à l'anneau de garde, d'abord quand l'appareil est tout entier dans l'air, puis quand la partie inférieure est immergée. La capillarité et la viscosité du liquide ne diminuent pas la sensibilité. On observe sur l'ensemble des plateaux d'abord un déplacement très brusque, dû à ce que les ménisques jouent le rôle de ressorts, puis un déplacement très lent dû à la viscosité. Cet appareil permet d'étudier le pouvoir diélectrique en fonction du temps. M. Pellat a constaté qu'il est aussi fonction de l'intensité du champ.

Edgard Hardié.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

M. **Bernard Dyer** a expérimenté la méthode de Kjeldahl pour la détermination de l'azote dans un grand nombre de composés. Il a remarqué qu'elle était insuffisante dans beaucoup de cas et il propose de se servir de plusieurs modifications suivant les corps à analyser. Il recommande la modification de Jodlbauer lorsqu'il y a présence de nitrates ou de composés nitrés. Cette modification consiste à introduire, dans l'acide sulfurique servant à l'oxydation, une petite quantité de phénol ou d'acide salicylique. L'azote forme avec ces composés des dérivés nitrés facilement décomposables. Lorsqu'il y a présence de nitrate, on se sert avec avantage de la méthode Kjeldahl-Gunning ; on ajoutera toutefois une goutte de mercure. — M. **T. K. Rose** a remarqué que, bien qu'on ne trouve aucune ligne de séparation définie dans la solidification des alliages d'or, d'argent et de cuivre, on pouvait arriver à une sorte de séparation de ces métaux en rendant l'alliage cristallin et cassant par l'addition de petites quantités de bismuth et de plomb (0,2 à 0,4 °/₀). Les variations de composition observées dans les différentes parties d'un alliage ainsi composé lui ont montré qu'il se trouvait dans le bismuth ou le plomb un alliage d'or et d'argent restant liquide bien après que le reste du métal s'est solidifié. — MM. **Purdie** et **J. Wallace Walker** ont préparé l'acide lactique actif et étudié le pouvoir rotatoire de ses sels métalliques en solution. Les sels étudiés sont ceux de lithium, sodium, potassium, argent, calcium, strontium, baryum, magnésium, cadmium et zinc-ammonium. Tous ces sels en solution aqueuse jouissent d'un pouvoir rotatoire de sens opposé à celui de l'acide dont ils dérivent. Leur activité optique augmente avec la dilution, sauf dans le cas du sel d'argent.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

A. VERNEUIL

Le professeur Verneuil, que nous avons conduit le 14 juin à sa dernière demeure, laisse dans la science française un vide qui ne sera pas comblé de sitôt. Ce n'était pas seulement un grand chirurgien, c'était un homme de progrès, de labeur opiniâtre, un *savant*, dans la plus haute acception du mot, et parfois même un précurseur.

Né à Paris le 23 novembre 1823, élève interne à vingt ans, il avait franchi, par la voie du concours, tous les échelons de la hiérarchie universitaire ; il était arrivé, jeune encore, au professorat et à l'Académie de Médecine. Plus tard, l'Institut lui a ouvert ses portes, sans qu'il ait eu besoin d'en solliciter les suffrages, et la croix de commandeur lui a été donnée sans qu'il la demandât.

Son ambition était alors complètement satisfaite, et beaucoup d'hommes de science, lorsqu'ils n'ont plus rien à demander à la vie, se reposent sur leurs succès et renoncent aux rudes labeurs à l'aide desquels ils les ont obtenus : Verneuil a fait tout le contraire. Jamais son activité enthousiaste, sa soif de découvertes, n'ont été plus ardentes qu'à la fin de sa carrière.

Son œuvre est considérable. Pendant les cinquante années qu'il a passées sur la brèche, la Chirurgie a traversé la plus brillante période que son histoire ait enregistrée, et, parmi les questions que cette merveilleuse évolution a soulevées, il n'en est pas une qui ne porte l'empreinte du puissant esprit de Verneuil. La simple énumération de ses travaux dépasserait les bornes d'une notice comme celle-ci, aussi me bornerai-je à rappeler leur côté le plus original.

Dans la dernière phase de sa vie scientifique, il s'était fait un domaine à part dans le champ des connaissances médicales. Son esprit généralisateur lui avait permis de saisir leurs caractères communs, et il avait rêvé de ramener l'art de guérir à son unité primitive, par l'alliance plus étroite de la Médecine et de la Chirurgie.

Dans ce but, il s'était adonné à l'étude des grands problèmes d'étiologie générale ; il avait abordé la question des diathèses, en l'envisageant plus spécialement au point de vue des indications et des contre-indications opératoires. L'Académie de Médecine se souvient encore de ses communications sur le *parasitisme microbique latent*, sur la gravité des traumatismes et des opérations chez les *alcooliques*, les *diabétiques*, les *paludo-diabétiques*, les *phosphaturiques* et les *cardiaques ;* de ses discours sur l'*ictère traumatique*, les *épistaxis liées aux maladies du foie*, l'*origine équine du tétanos*, etc., etc. ; mais, à la fin de sa vie, il s'était consacré d'une manière exclusive à deux sujets qui l'ont obsédé jusqu'à sa dernière heure : la *tuberculose* et le *cancer*, ces deux opprobres de la Médecine et de la Chirurgie. On n'a pas oublié que c'est par son initiative que la ligue contre la *tuberculose* s'est fondée, et qu'un congrès s'est réuni pour étudier cette question.

Ces vues originales, ces conceptions ingénieuses, mais parfois un peu hâtives, n'ont pas toutes obtenu l'assentiment général ; mais elles portaient l'empreinte d'un esprit synthétique et passionné pour le progrès. L'ardeur communicative avec laquelle il exposait ses idées à la tribune charmait ses auditeurs, même quand ils n'étaient pas convaincus. C'était un admirable orateur. Lettré, amoureux de la forme et ne dédaignant pas l'art démodé du bien dire, il se plaisait à développer ses idées dans un style irréprochable. Ardent, parfois passionné dans la discussion, il s'y montrait toujours d'une sincérité et d'une courtoisie parfaites.

L'élévation du caractère et la noblesse des sentiments étaient chez Verneuil à la hauteur de l'intelligence. La bienveillance et la bonté formaient le fond de cette nature droite et généreuse. Nul n'a été plus constant dans ses affections. Sa tendresse pour ceux qu'il aimait allait jusqu'à lui dissimuler leurs défauts. Ses amis n'avaient pas une imperfection à ses yeux ; ses élèves n'avaient jamais une défaillance ; aussi défendait-il les uns et les autres avec une ardeur qui puisait sa source dans sa sincérité même. Ses deux qualités dominantes étaient l'amour passionné de la science et le désintéressement. Jamais il n'a sacrifié son enseignement ni ses travaux de cabinet, jamais il n'a délaissé ni l'hôpital, ni les sociétés savantes pour l'exercice plus lucratif de la clientèle. En s'élevant dans la hiérarchie scientifique et universitaire, il est resté fidèle à ses habitudes et à la simplicité de ses goûts ; son luxe a toujours consisté dans les bienfaits qu'il répandait autour de lui. Ses élèves et ses malades en ont eu maintes fois la preuve. Son désintéressement égalait sa générosité, et s'il s'est montré parfois sévère à l'égard de ceux qui ne professaient pas le même culte pour la dignité professionnelle, il en avait le droit parce qu'il prêchait d'exemple.

Verneuil était arrivé, comme nous l'avons dit, à la plus haute situation chirurgicale ; il avait été le maître incontesté de toute une génération ; il avait obtenu toutes les distinctions qu'un homme de notre profession puisse convoiter et il avait encore devant lui quelques années pour jouir en paix des avantages qu'il avait si loyalement conquis ; mais, fidèle aux engagements qu'il avait pris avec lui-même, il n'a pas voulu profiter des dernières faveurs de la fortune. Il a pris sa retraite en 1892, avant d'être atteint par la limite d'âge, *aimant mieux*, comme il le disait, *descendre de sa chaire que d'en tomber*.

Cet acte d'abnégation et de désintéressement, dont bien peu de professeurs ont donné l'exemple, le grandissait encore dans l'esprit de ses élèves et de ses amis, mais il le condamnait à une inaction dont il n'avait pas suffisamment calculé le poids. Cet homme, qui n'avait vécu que par l'activité et le travail, n'a pu supporter le repos qu'il avait si longtemps désiré et il s'est éteint le 12 juin dernier, dans sa petite villa de Maisons-Laffite, près de la compagne qui avait assisté à toutes ses luttes, qui avait partagé ses bons et ses mauvais jours, au milieu de la verdure et des fleurs qu'il aimait passionnément.

Verneuil était le dernier survivant d'une triade jadis célèbre et qui a laissé dans la science des traces profondes de son passage. Follin et Broca sont descendus prématurément dans la tombe, mais Verneuil est mort plein de jours, son œuvre accomplie, et laissant parmi nous le souvenir d'un grand talent uni à un noble caractère.

Dr Jules Rochard,
de l'Académie de Médecine.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

IDÉES NOUVELLES SUR LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS.

D'APRÈS LES DERNIERS TRAVAUX DE M. OTTO WIENER

Quelques mois avant la séance où M. Lippmann présentait à l'Académie des Sciences sa première photographie du spectre, M. Otto Wiener publiait son mémoire sur les *ondes lumineuses stationnaires et la direction de la vibration dans la lumière polarisée.* Au début de son mémoire, M. Wiener citait, en insistant sur son importance, le livre déjà ancien de Zenker sur la photographie des couleurs. Edmond Becquerel, Seebeck, Poitevin, avaient obtenu, par divers procédés, des épreuves colorées : Zenker, le premier, eut l'idée de les attribuer à la production d'ondes stationnaires ; mais son explication, que n'appuyait aucune expérience nouvelle, était loin d'être à l'abri de toute critique, et Schultz-Sellack lui adressa des objections que personne n'avait levées.

Depuis la brillante découverte de M. Lippmann, qui, le premier, obtint des épreuves colorées susceptibles d'être conservées et fixées, et qui montra expérimentalement que ses épreuves étaient bien dues à la formation d'ondes stationnaires, M. Otto Wiener, convaincu que toutes les expériences anciennes de photochromie ne devaient pas rentrer dans le même ordre de faits que les expériences de Lippmann, a repris l'examen critique de ces expériences ; et, continuant de méditer les travaux de Zenker, il vient d'établir cette importante conclusion, qu'il y a, jusqu'ici, deux espèces de photographies des couleurs : celle où les couleurs de l'épreuve sont des couleurs d'interférence, des *couleurs d'apparence*, et celle où les couleurs de l'épreuve sont des couleurs d'absorption, des *couleurs réelles* propres au corps qui a subi l'action de la lumière colorée.

Il vient de publier les résultats de ses recherches dans un mémoire, paru dans le dernier cahier des *Annales* de Wiedemann, et qui a pour titre : « Photographie des couleurs par couleurs propres aux corps, et mécanisme de l'adaptation à la couleur dans la Nature [1] ».

Comme dans tout ce qu'a déjà publié M. Wiener, ses expériences ont un caractère de simplicité convaincante, et ses déductions sont un modèle de logique. A la description de ses expériences, il ajoute ici des considérations hypothétiques qui, sans doute, donneront lieu à des discussions entre physiciens, chimistes et physiologistes, mais qui ouvrent tout un monde d'idées, et provoqueront à coup sûr de nouvelles découvertes.

Nous nous proposons de montrer brièvement ce qu'il y a de vraiment nouveau dans ce travail capital.

I

M. Wiener a photographié le spectre en employant un spectroscope de Steinheil, dont l'oculaire est remplacé par une petite chambre photographique. La fente du collimateur a une largeur qui a varié de 1 millimètre à $0^{mm},5$. La largeur du

[1] *Wied. Ann.*, t. 55, p. 225, juin 1895.

spectre, de la raie A à la raie H, est de 19 millimètres, sur une hauteur limitée ordinairement à 15 à 18 millimètres. La source de lumière employée est une lampe à arc.

L'expérience de Seebeck consiste à exposer du chlorure d'argent en poudre à la lumière : on prend du chlorure d'argent pur, préparé dans l'obscurité par précipitation, puis séchage ; on le met entre deux lames de verre dont on colle les bords à la cire. On expose le tout à la lumière blanche, jusqu'à ce que la poudre ait pris une coloration violette pas trop foncée ; elle est alors prête à servir.

Pour répéter l'expérience de Becquerel, on prend une lame de cuivre ou de laiton argenté, ou même une plaque d'argent ; on la plonge dans une solution d'acide chlorhydrique étendu, et on la prend comme électrode positive ; on fait passer durant quelques secondes un courant de 2 à 4 ampères, pour une surface de 30 centimètres carrés. On sèche ensuite la plaque avec du papier buvard et on la frotte avec une peau très douce.

L'expérience de Poitevin a été faite en baignant du papier non collé, deux minutes dans une solution de sel marin à 10 %, puis une minute dans une solution de nitrate d'argent à 8 %. La feuille, après un lavage rapide, est soumise, dans une solution de chlorure de zinc à 5 %, à la lumière diffuse du jour, jusqu'à ce qu'elle soit devenue foncée, mais pas trop cependant ; puis on la baigne dans un mélange d'une partie d'une solution concentrée de bichromate de potasse pour deux parties d'une solution concentrée de sulfate de cuivre, on la presse entre des doubles de papier-filtre. Il est bon, une fois le papier un peu sec, de l'humecter avant l'exposition à la lumière. Naturellement, aucun de ces procédés ne comporte de *développement ;* les couleurs apparaissent par la simple exposition à la lumière colorée. On n'est pas non plus arrivé à *fixer*, ce qui pour la dernière expérience est possible à un faible degré.

Sans nous arrêter à l'étude chimique de l'action de la lumière sur le chlorure d'argent, telle que l'ont faite Guntz et Carey Lea, montrons comment M. Otto Wiener a réussi à prouver que les épreuves de Becquerel sont dues à des ondes stationnaires, celles de Seebeck et de Poitevin à des colorations propres à la couche sensible.

On connaît l'expérience de M. Lippmann, qui consiste à mouiller d'alcool une photographie du spectre ; les couleurs se déplacent, et, à mesure que l'alcool sèche, elles reviennent progressivement à leurs places : c'est la preuve irréfutable que l'on est en présence de couleurs d'interférences, de couleurs de lames minces. Il suffit, d'ailleurs, de regarder le spectre sous une incidence très oblique pour apercevoir un léger déplacement des colorations sur le cliché : toutefois, ce déplacement, cette variation de couleurs, est assez faible, car l'indice de la couche sensible du milieu réfringent interposé entre les lamelles réfléchissantes, est assez élevé, et l'on n'a jamais de rayons émergents qui, dans l'intérieur même du milieu, aient pu être très obliques. L'inconvénient serait encore plus grave avec des couches sensibles comme celles dont on a décrit ici la préparation, et qui atteignent des indices pouvant aller jusqu'à 3 et 4. Aussi M. Wiener a-t-il imaginé un artifice permettant de déceler une variation de coloration par variation de l'incidence, qui soit appréciable même pour une couche qui aurait un indice égal à 5.

L'artifice consiste à couvrir la moitié de l'épreuve avec un prisme rectangle isocèle en verre très réfringent : on pose la face hypoténuse sur l'épreuve, l'arête coupant à angle droit la direction des lignes d'égale couleur. L'œil de l'observateur (fig. 1)

Fig. 1.

est dans le prolongement de la face latérale I, de sorte que pour le jaune, par exemple, il aperçoit deux demi-lignes, l'une à travers le prisme de verre, l'autre vue directement, qui, s'il s'agissait d'un spectre peint simplement sur une feuille de papier ou sur une lame de verre, seraient exactement dans le prolongement l'une de l'autre.

S'agit-il, au contraire, d'une frange rectiligne de lames minces, qui soit jaune, qui apparaisse jaune à l'œil nu, sous cette incidence la moitié couverte par le prisme de verre n'apparaîtra plus jaune. La longueur d'onde est changée dans un rapport qui dépend des indices du prisme et de la couche sensible et qui est d'autant plus différent de 1 que l'indice du verre est plus grand et celui de la couche sensible plus petit. L'indice du verre du prisme est 1,75 pour la raie D. Remarquons qu'il suffit que ce rapport soit égal à 0,90 pour que le jaune du sodium fasse place au rouge voisin de la raie C du spectre. Ce rapport, fût-il même 0,98, qu'on verrait encore nettement une différence de couleur entre les deux moitiés de la ligne coupée par le prisme : cette valeur 0,98 est celle qu'on obtiendrait encore avec un indice de la couche sensible égal à 5.

Pour recueillir les rayons obliques qui subiraient la réflexion totale au sortir de la couche sensible, s'il y avait une mince couche d'air entre l'épreuve et le prisme, on y introduit une goutte de benzine.

Dans l'expérience de Seebeck, on a eu soin, avant l'exposition à la lumière, de noyer dans de la benzine la poudre de chlorure d'argent interposée entre les deux glaces de verre. Avec les épreuves sur papier de Poitevin, il faut prendre quelques précautions pour que tout le papier ne soit pas imbibé de benzine. On plie la feuille en relevant à 45° l'une des moitiés et l'appuyant contre un prisme auxiliaire II (fig. 2) ; l'autre moitié reste horizontale et on y pose le prisme réfringent I : au moment de l'expérience on verse la benzine entre le prisme I et la partie horizontale de l'épreuve (fig. 2).

Fig. 2.

Si l'on pose le prisme sur une épreuve de Becquerel, on voit immédiatement une discontinuité entre les deux moitiés du spectre séparées par l'arête : le jaune sous le prisme devient vert, un trait rectiligne tracé dans le jaune apparaît, sous le prisme, dans le vert : un autre, tiré à la limite du vert et du bleu, est, sous le prisme, en plein dans le bleu.

Au contraire, avec les épreuves obtenues au même spectroscope et dans la même chambre photographique, par les procédés de Seebeck et de Poitevin, si on fait l'expérience du prisme en prenant les précautions indiquées, *on n'a jamais pu observer le moindre déplacement des couleurs dans le spectre par l'interposition du prisme.*

Donc dans les épreuves de Becquerel, on a des couleurs de lames minces ; dans celles de Seebeck et de Poitevin, on a obtenu, au contraire, une peinture véritable.

Une autre expérience conduit exactement à la même conclusion : on a pu réussir, en employant de la gélatine, à isoler une couche sensible de Becquerel et à l'enlever de la plaque d'argent qui la supporte ; la couche transparente ainsi détachée présente des colorations *très différentes par transparence de celles qu'elle présente par réflexion.* On a le même effet qu'avec les spectres colorés de Lippmann.

Est-ce à dire qu'on ait exactement par transparence et par réflexion des teintes complémentaires ? Non, car, en réalité, si le phénomène des ondes stationnaires est ce qui domine dans les épreuves de Becquerel, il se complique toujours, dans une certaine mesure, de production de couleurs propres à la couche colorée. Il en est sans doute ainsi dans les expériences de M. Lippmann, et l'on expliquerait de la sorte les particularités qu'y a signalées M. Meslin.

Les épreuves de Poitevin, au contraire, *donnent, en lumière transmise, exactement les mêmes colorations et aux mêmes places qu'en lumière réfléchie.*

II

Il y a donc des couches sensibles susceptibles de *se peindre* en prenant la couleur de la lumière qui les a frappées. Ce sont ces couches que M. Wiener appelle *Farbenempfangliche*, et qu'on pourrait appeler *chromosensibles*, si l'on n'avait scrupule à introduire dans la terminologie scientifique un mot mal bâti de plus.

Quel est le mécanisme de cette action de la lumière colorée ?

M. Carey Lea a montré que le chlorure d'argent exposé à la lumière est susceptible de donner des combinaisons colorées présentant toute la gamme des couleurs spectrales, et cela sans qu'il soit toujours nécessaire d'avoir fait agir la couleur correspondante. Ces combinaisons colorées paraissent être de véritables teintures où l'agent actif serait un sous-chlorure d'argent capable de prendre des couleurs très variées, et de teindre ainsi une couche de collodion ou de gélatine, que le chlorure ordinaire servirait à mordancer.

Comment se fait-il que la couleur développée par l'action de la lumière colorée soit précisément la même que celle de cette lumière ? C'est là ce qui était tout à fait inconnu, et c'est là que M. Wiener apporte une explication bien intéressante : sur ces couches sensibles si ondoyantes, la lumière qui exercera le moins une action modifiante ou destructive sera celle qui sera le moins absorbée, le plus complètement renvoyée par réflexion ou diffusion. Si l'on fait tomber de la lumière rouge sur une plage colorée en vert, la couche absorbe le rouge, et elle est modifiée par l'action de cette lumière : sa composition ou sa couleur change. Si elle est rouge, au contraire, elle renvoie sans l'absorber la lumière rouge, et, par suite, n'est pas modifiée par elle. La seule couleur stable, celle qui pourra seule durer dans une pareille couche exposée à des rayons rouges, ce sera le rouge.

Et voici une expérience à l'appui de cette explication :

On fait tourner la couche sensible où se forme le spectre, de 90° dans son plan, et sur le spectre déjà peint on fait ainsi tomber un spectre dont les raies sont à angle droit avec celles du précédent. L'expérience a été faite avec des couches sensibles de Seebeck et de Poitevin. Sous le rouge du second éclairement, il ne se conserve que le rouge du premier spectre ; les autres colorations sont détruites jusqu'à ce qu'on arrive au commencement de l'ultra-violet ; à partir de là la coloration rouge envahit tout. De même pour les autres

couleurs, notamment pour le bleu, qui fait disparaître toutes les colorations du premier spectre, sauf dans la région du bleu et du violet. Pour le jaune, qui, d'ailleurs, vient moins bien que le rouge et le bleu, le phénomène est moins net.

La couche *chromosensible* idéale serait, pour M. Wiener, une substance noire absorbante, composée de diverses substances absorbantes, chacune absorbant toutes les couleurs sauf une couleur donnée, et impressionnée par les couleurs qu'elle absorbe; il en faudrait au moins trois, correspondant à trois couleurs simples, suffisamment différentes pour pouvoir, par leur combinaison, redonner du blanc. La lumière blanche détruirait les diverses substances élémentaires, et la couche deviendrait blanche; dans l'obscurité, elle resterait noire. Si on éclaire avec une seule des trois couleurs fondamentales, la lumière est absorbée par le corps noir, et les diverses substances colorées apparaissent : celles dont la couleur ne coïncide pas avec la couleur de la lumière qui éclaire absorbent cette lumière, et sont, par hypothèse, décomposées par cette lumière qu'elles absorbent. Seule, la substance colorée répondant à la couleur incidente, n'absorbe pas la lumière et reste inaltérée. C'est la seule qui persiste, pour une durée d'exposition suffisante; elle est seulement lavée d'une certaine quantité de blanc.

Pour une couleur composée, telle que le vert, en supposant que le jaune et le bleu sont, pour la couche employée, deux couleurs fondamentales, on a la même explication. Les substances les moins attaquées sont celles qui réfléchissent le mieux le vert, c'est-à-dire celle qui est jaune et celle qui est bleue. Elles donnent un mélange de couleur verte.

Remarquons, en passant, qu'on aurait ainsi, superposées et mélangées en une couche unique, les trois couches sensibles du procédé Ducos de Hauron et Cros.

Cette constitution idéale de la couche chromosensible est-elle bien la constitution dont se rapprochent, plus ou moins exactement, les couches sensibles des épreuves de Seebeck et de Poitevin? L'expérience des spectres croisés fournit, à l'appui de cette manière de voir, un argument intéressant; mais il est clair qu'il ne faudrait pas encore être là-dessus trop affirmatif, en raison de l'insuffisance évidente de notre savoir actuel en la matière, insuffisance qui commande une extrême prudence. Il n'en reste pas moins l'indication d'une voie nouvelle où l'on peut chercher la solution du problème de la photographie des couleurs : il resterait seulement, une fois obtenues des couches chromosensibles parfaites, à pouvoir fixer les épreuves obtenues. Ce serait l'affaire des chimistes et des personnes qui s'occupent de la technique photographique.

III

L'idée d'une sorte d'adaptation de la couche chromosensible qui arrive à prendre la couleur de la lumière qui la détruit le moins, fait penser naturellement aux phénomènes d'adaptation que nous présente la Biologie. Aussi M. Otto Wiener consacre-t-il une partie de son étude aux phénomènes d'adaptation à la couleur que nous offre le règne animal. Darwin, Weismann, plus récemment Poulton et divers autres naturalistes ont appelé l'attention sur les changements de couleur que présentent certains animaux dont la peau arrive à prendre la couleur du milieu où ils vivent. Darwin rattachait ces changements de couleur à la sélection naturelle, qui fait persister les animaux les plus aptes à échapper; or, les animaux dont la couleur ne tranche pas sur le milieu où ils vivent sont plus difficiles à prendre.

Certains de ces animaux, Batraciens ou Poissons, ont la propriété de changer de couleur avec le milieu; mais cette propriété est liée à leur vue : s'ils perdent les yeux par hasard, ou qu'on les leur enlève pour faire une expérience, ils perdent du même coup la faculté de s'adapter à la couleur.

Mais il en est d'autres, des chenilles, des chrysalides, pour lesquels le changement de couleur ne saurait être attribué à cette cause. Les chrysalides du *Danaïs Chrysippus*, qui dans la nature sont vertes, peuvent devenir blanches, rouges, orangées, noires ou bleues, quand on les met dans des enceintes tendues de papier coloré. Et il semble bien qu'on a affaire à une substance chromosensible contenue dans l'épiderme; Poulton a pu faire sur certains de ces animaux une expérience de succession de couleurs analogue à l'expérience des spectres croisés.

Darwin et Barber avaient fait sur la chenille du *Papilio nireus* une expérience consistant à la placer entre un morceau de bois et une pierre colorés différemment, et avaient trouvé que les deux faces de la chenille prenaient une coloration différente; mais sur ce point on n'est pas définitivement fixé, et Poulton a trouvé, au contraire, qu'en pareil cas la peau de la chenille prend une coloration uniforme, qui est une couleur mixte, dont la teinte dépend du rapport des deux surfaces diversement colorées. Faut-il penser que l'action de la lumière sur une cellule de la peau détermine un influx nerveux, analogue à un courant électrique, et qui va produire la même décomposition dans toutes les cellules de la peau? Il y aurait alors un transport de l'action lumineuse à distance, comparable à celui qu'a pour objet le problème de la vision ou de la photographie à distance par l'électricité.

On voit combien de questions sont soulevées par

ces nouvelles expériences. M. Wiener estime que la parole est aux biologistes, de même que la tâche des chimistes d'une part et des techniciens et des artistes de l'autre, est désormais de préparer des couches chromosensibles bien orthochromatiques et donnant des images susceptibles d'être fixées. — Le rôle du physicien était de mettre hors de doute la possibilité d'une reproduction des couleurs par des couleurs objectives réellement peintes sur le cliché. En remplissant ce rôle, M. Otto Wiener ajoute une découverte importante à celle qui a déjà illustré son nom.

Bernard Brunhes,
Chargé de Cours
à la Faculté des Sciences de Dijon.

LES DERNIERS PROGRÈS DE LA MACHINE A VAPEUR

M. le professeur Thurston fixait l'an dernier avec autorité le record de consommation des machines à vapeur : le cheval-heure indiqué avait été obtenu par 5^k, 159 de vapeur saturée sèche à 6 atmosphères, soit par 3.379 calories, en estimant à 655^{cal},062 la chaleur totale de la vapeur à cette pression ; le rendement thermique, — rapport des calories utilisées aux calories dépensées, — s'était élevé à 0,188. Ce résultat remarquable avait été fourni par une machine *Allis* à triple expansion, installée à Milwaukee et appliquée à une élévation d'eau. M. Dwelshauvers-Dery, qui a analysé dans cette *Revue* le mémoire de notre illustre confrère américain[1], ne nous a pas fait connaître les dimensions de cette machine, ni sa puissance, qui doit être estimée, d'après le volume d'eau élevé en 24 heures, à plus de 700 chevaux; mais il a déclaré, et nul n'était mieux que lui en situation de le faire, que les moteurs de Milwaukee réalisaient toutes les conditions théoriques et pratiques recherchées aujourd'hui : vapeur sèche, pression élevée, longue détente, faible pression au condenseur, répartition égale du travail entre les cylindres, receivers bien conçus, enveloppes efficaces et complètes de vapeur autour des cylindres, conduites et lumières de grande section, espaces morts exceptionnellement réduits, distribution à déclic et fermeture rapide. En un mot, ces machines étaient la dernière expression des idées dominantes à ce jour : le succès obtenu pouvait être considéré à bon droit comme une consécration des principes qui avaient présidé à la construction de ces moteurs, car cette consommation de 5^k,159 n'avait pas encore été atteinte jusque-là.

I

Combien de temps les machines Allis devaient-elles détenir ce record si brillamment établi? Bien peu de jours, attendu que, dans le courant de cette même année 1894, MM. Schneider, de Grahl, Schöttler, Lewicki, Schotte et enfin M. Schröter de Munich publiaient dans diverses Revues allemandes[1] des procès-verbaux d'expériences, dont les résultats dépassaient ceux qu'avait relevés le professeur d'Ithaca. En effet, il suffit de jeter les yeux sur le tableau ci-dessous pour reconnaître que l'Allemagne possède en ce moment la machine à vapeur la plus économique :

PUISSANCE DU MOTEUR	EXPÉRIMENTATEUR	TRAVAIL INDIQUÉ	PRESSION DE LA VAPEUR	CONSOMMATION DE VAPEUR PAR	
				ch. h. indiqué	ch. h. effectif
3 chev..	Schneider...	4 cx. 92	7,90 atm.	9 k. 17	11,7
20 chx...	Schotte.....				8,2
id.	Schöttler....				8,8
40 chx...	de Grahl....	41,47	8,94	7,39	7,74
id.	Lewicki.....				7,9
60 chx...	Schröter.....	76,37	11,90	4,55	5,5

La chaleur totale de la vapeur d'eau à 11^k, 9 étant égale à 663^{cal},42, un calcul bien simple démontre que 4^k,550 de cette vapeur équivalent thermiquement à 4^k,600 de vapeur à 6 atmosphères, pression à laquelle M. Thurston a rapporté la consommation des machines Allis ; or, 4^k,600 au lieu de 5^k,159, 3.052 calories au lieu de 3.379, — cela correspond à une réduction de consommation de 0^k,559 sur 5^k,159, de 327 calories sur 3.379, soit de 9,7 pour cent. Le rendement de Milwaukee était de 18,8 pour cent ; le moteur allemand rend plus de 20, 8 pour cent ; et pourtant, la première machine avait une puissance de 700 chevaux environ, alors que la seconde ne développe que 60 chevaux ; l'avance obtenue est donc d'autant plus marquée et elle caractérise un progrès considérable.

Le fait est par suite dûment constaté : ce n'est plus Allis qui détient le record des machines à vapeur. L'heureux champion de ce concours, qui intéresse si vivement savants et industriels, est

[1] *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, n° du 15 juillet 1894.

[1] Signalons entre autres la *Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel Uberwachung*, Janv. 94, et la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, Tome XXXIX, 1894.

M. W. Schmidt, ingénieur civil de Wilhemshöhe, aujourd'hui constructeur à Aschersleben (Prusse). Son idée a pris corps en ces dernières années, et il existe déjà un certain nombre de machines, qui fonctionnent depuis trois ans sans démentir les résultats des expériences dont nous avons donné ci-dessus le tableau comparatif. On trouve donc réellement des petites machines de 1 à 4 chevaux, donnant le cheval-heure effectif par deux kilos environ de charbon; or, on évaluait généralement cette dépense au triple. Quant aux machines Schmidt de 60 chevaux, elles consomment 700 grammes, et ce résultat était absolument inconnu, non seulement pour des machines d'aussi faible puissance, mais encore pour les grands moteurs de l'espèce de ceux de Milwaukee.

C'est par la surchauffe de la vapeur qu'est obtenue cette marche si économique : le moyen n'est certes pas nouveau, mais il faut bien reconnaître qu'il est appliqué ici d'une façon nouvelle, puisqu'il conduit à une utilisation du calorique plus parfaite que par le passé. A cet égard, la machine Schmidt mérite toute l'attention des théoriciens et des esprits plus positifs, épris du fait acquis.

II

Le principe de la surchauffe est posé depuis longtemps [1] ; elle doit être avantageuse, parce qu'elle permet d'augmenter la chute de température de la chaudière au condenseur (du foyer au réfrigérant), d'où résulte une amélioration du rendement théorique, en vertu du principe de Carnot. Mais la surchauffe est sans doute plus efficace encore, parce qu'elle supprime la condensation de la vapeur à l'admission et qu'elle réduit, par suite, au minimum les pertes par les parois et surtout la perte au condenseur.

Il est vrai que la pratique n'a pas toujours confirmé ces prévisions théoriques, et tous les ingénieurs ont retenu l'aveu si franc de Hirn racontant l'insuccès qu'il eut d'abord :

« L'avantage de la surchauffe me semblait devoir être général, dit-il. Un industriel des environs » (du Logelbach) « m'offrait d'essayer la vapeur surchauffée : sa machine était à deux cylindres et sans enveloppe de vapeur. L'échec le plus complet m'attendait cependant au bout de cette expérience : le résultat économique fut non-seulement nul, mais négatif. Bien loin de gagner ce que j'attendais, la machine consommait 3 ou 4 pour cent de plus [2]. »

Hirn prit néanmoins un brevet, le 12 novembre 1855, pour un surchauffeur, qu'il appela un hyper-thermo-générateur : il est intéressant de relever les dispositions générales de cet appareil, qui a été plus ou moins heureusement copié et modifié depuis lors. Entre la chaudière et le cylindre moteur était interposée une série de tuyaux logés dans les carneaux, dans lesquels la vapeur se séchait et se surchauffait. La fumée était déviée par des valves, de manière qu'on pût régler et modérer à volonté la température de la vapeur. Ces tuyaux étaient en fonte, et l'on escomptait l'inaltérabilité de ce métal. Avec une surchauffe à 210°, on constatait une économie de 20 % et l'on atteignit 47 % pour 245°. Ces chiffres n'ont pas de sens bien précis, attendu qu'une économie de 47 % dans la consommation d'une machine détestable peut ne pas conduire à une consommation fort réduite ; toutefois ils témoignent de l'efficacité de la surchauffe.

Personne ne nie d'ailleurs, parmi les mécaniciens, qu'il y ait intérêt à surchauffer la vapeur avant son admission au cylindre, et l'on a accueilli dernièrement avec faveur les appareils Uhler, Schwœrer, Gehre, et autres, qui ont permis de réaliser plus aisément cette opération si délicate. Dans un important mémoire présenté à l'Association alsacienne par M. Walther-Meunier [1], cet ingénieur distingué a démontré par des chiffres indiscutables qu'on diminue même de 20 à 30 % la consommation de vapeur des machines Woolf ou Compound, en les alimentant de vapeur à 235° ; ainsi, une machine Compound à condensation, du système Frikart, alimentée par des chaudières de Nœyer et un surchauffeur Uhler, faisant 555 chevaux indiqués, a consommé 6 kil. 75 avec surchauffe, alors qu'elle dépensait 8 kil. 50 sans surchauffe. Le rapport constate qu'en employant des garnitures métalliques aux presse-étoupes et de l'huile de bonne qualité pour le graissage des cylindres, il n'y a aucun inconvénient pratique à élever la température de la vapeur à 235°. Mais c'était un maximum que l'on n'osait guère dépasser. On se bornait, en somme, au degré de surchauffe nécessaire pour avoir de la vapeur sèche au cylindre à la fin de l'admission; Hirn n'avait pas cherché autre chose, et l'on suivait fidèlement les traditions de l'illustre maître.

On ne pouvait assurément choisir de meilleur guide ; mais on avait abouti à un système mixte, qui n'était pas rationnel. On conservait les enveloppes de vapeur, dont l'utilité est pourtant bien discutable du moment que les condensations intérieures sont supprimées, et qui seront une superfétation

[1] D'après M. Raffard, l'inventeur des surchauffeurs serait un mécanicien alsacien, nommé Becker, dont le brevet remonte au 20 novembre 1827.

[2] *Exposition analytique et expérimentale de la Théorie mécanique de la Chaleur*, par G. A. Hirn, tome II, page 84, 3e édition. Paris, 1876.

[1] *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, octobre 1891, page 590.

coûteuse dans des machines à détente multiple (Woolf, Compound ou Triplex), quand elles seront alimentées de vapeur réellement surchauffée. Mais, pour réaliser cette condition, ce n'était pas une surchauffe à 235° qu'il fallait : il était nécessaire de monter à 360° et de ne pas perdre la surchauffe dans les tuyaux qui relient les chaudières au cylindre. Enfin, il importait de construire des machines pouvant tolérer une température d'admission aussi élevée.

III

Tel était le problème. M. Schmidt l'a résolu. Il a créé une chaudière nouvelle et une machine nouvelle ; les deux contribuent également au succès remarquable qu'il a obtenu.

Sa chaudière, qui peut être verticale ou horizontale, est faite pour être installée au pied de la cheminée, de manière à supprimer tous les carneaux inutiles ; le surchauffeur doit être considéré comme une partie intégrante de la chaudière. C'est un serpentin, formé d'un épais tube de fer étiré, composé de deux parties : l'une destinée à sécher la vapeur, la seconde opérant la surchauffe ; la première, qui est exposée au contact de gaz très chauds, et qui pourrait se brûler, est traversée par un courant de vapeur chargée d'eau vésiculaire ; la seconde est

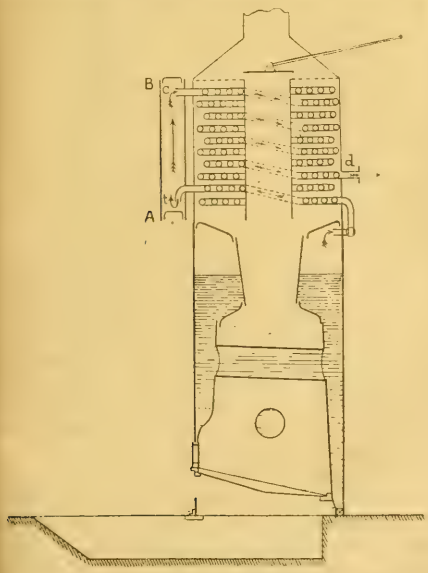


Fig. 1. — *Figure schématique représentant la disposition du serpentin dans une chaudière verticale.*

disposée de manière à opérer un chauffage *méthodique* de la vapeur qui la parcourt, et, à cet effet, le courant de vapeur marche en sens inverse des gaz chauds. Il résulte de ces dispositions que la partie dangereuse du serpentin est sauvegardée par la vaporisation des gouttes d'eau entraînées ; la seconde partie est, au contraire, installée en vue de la meilleure récupération du calorique, et elle permet de surchauffer la vapeur à 360° en portant à la cheminée des gaz à 300° et même à 250°.

Voici dès lors comment est constitué le serpentin : prenons le cas d'une chaudière verticale, (fig. 1). Les deux serpentins sont placés au-dessus de cette chaudière ; le premier (Vorüberhitzer) n'est formé que de deux rangées de tuyaux ; il reçoit la vapeur humide de la chaudière, et la remise en *t* dans le large cylindre AB, où elle achève de se dessécher mécaniquement. Le second (Hauptüberhitzer), comprenant au moins dix rangées, est alimenté de vapeur par le haut, en C, et il la conduit, de haut en bas, vers l'orifice *d*, par lequel elle va à la chaudière.

MM. Schneider et de Grahl ont relevé les températures suivantes dans les diverses parties de la chaudière de 35 chevaux soumise à leur examen :

Pression de la vapeur	9,02 atm
Température de la vapeur dans la chaudière.	178°,9
Température de la vapeur à l'entrée du surchauffeur	217°
Température de la vapeur à la sortie du surchauffeur	364°
Température des gaz à la base de la cheminée.	373°

Un essai de M. Schröter sur une chaudière plus puissante nous fournit des données plus détaillées et par suite plus suggestives encore :

Pression de la vapeur	11k,90
Température de la vapeur dans la chaudière.	189°,9
— dans le premier serpentin	311°
— à la sortie du sécheur mécanique	274°
— à la sortie du surchauffeur	357°
— à l'entrée de la machine	344°
Température des gaz à la fin du 1er serpentin	700°
— dans la cheminée	181°

Dans cette chaudière, un réchauffeur tubulaire, placé au-dessus du surchauffeur, contribue à l'utilisation complète du calorique ; on remarquera la température relativement basse des gaz à leur entrée dans la cheminée.

Les dimensions des diverses parties de ce générateur sont les suivantes :

Surface de la grille	0,70 m. q.
Surface de chauffe baignée d'eau	7,00
— du premier surchauffeur	6,00
— du second surchauffeur	32 50
— du réchauffeur	12,00

Cette chaudière a produit 7k,929 de vapeur à 11k,9 de pression, surchauffée à 357°, par kilogramme de charbon, d'un pouvoir de 7.154 calories, renfermant 2,87 °/o de cendres.

C'est un excellent résultat, étant donnée la qua-

lité du charbon, qui était médiocre et laissait beaucoup de cendres et de scories.

IV

M. Schröter a relevé la température de la vapeur à l'entrée de la machine : elle était encore égale à 344°, supérieure de 154° à la température de saturation. Une machine à vapeur constituée d'après le type ordinaire n'eût pu supporter sans inconvénient cette température considérable : aussi M. Schmidt a-t-il créé un type nouveau.

Il n'a pas eu à faire un grand effort d'invention, car les moteurs à gaz convenaient parfaitement aux conditions nouvelles, et il n'y avait qu'à s'inspirer de ce qui avait été fait avec tant de succès dans cette voie. M. Schmidt a donc adapté le moteur à gaz à la fonction spéciale imposée par la surchauffe : il a conservé la marche à simple effet, le piston long, creux et largement ouvert, énergiquement ventilé, muni de segments sur l'avant, dans la partie la moins chaude du cylindre, où le graissage est possible ; la bielle est directement articulée sur le piston. Pour les petits moteurs, l'admission se fait à travers une soupape, ainsi que l'échappement. La première est automobile et d'un modèle particulier et fort bien étudié. Des ressorts tendent à la maintenir toujours soulevée de son siège, de telle sorte que la vapeur puisse agir sur le piston dès le début de la course mobile. Tant que la vitesse du piston reste faible, la vapeur afflue assez librement au cylindre pour qu'il y ait équilibre de pression sur les deux faces de la soupape ; mais, la vitesse du piston croissant, il se produit bientôt une dépression dans le cylindre, et, dès que cette différence de tension égale celle des ressorts, ceux-ci laissent retomber la soupape, qui restera appliquée sur son siège pendant toute la période de détente et dans la phase de décharge consécutive, jusqu'à ce que, la soupape d'échappement se fermant, la compression commence et force de nouveau la soupape d'admission à s'ouvrir. Le régulateur intervient en limitant plus ou moins la levée de la soupape : l'admission s'allonge quand cette levée augmente.

L'échappement se fait d'abord à travers un orifice percé dans la paroi du cylindre, vers son extrémité avant ; la vapeur s'échappe aussitôt que cet orifice est démasqué par le piston. Une soupape à ressorts, analogue à celle d'admission, se soulève alors à la suite de la dépression produite par cette évacuation, et elle reste ouverte jusqu'à ce que la marche rétrograde du piston détermine dans le cylindre une compression suffisante pour vaincre la résistance des ressorts. Il est à remarquer que cette distribution entièrement automatique permet de tourner dans le sens que l'on veut, ce qui est avantageux pour les petits moteurs.

Les machines plus importantes de 20 et 40 chevaux ont pour organes distributeurs deux tiroirs à piston : l'un d'admission, l'autre de décharge ; le premier est rafraichi par la vapeur d'échappement, qui est obligée de le traverser avant d'arriver à l'air. — Ces moteurs sont à décharge libre, sans condensation.

Pour une puissance de 60 chevaux, M. Schmidt recourt à la condensation et il l'applique à une détente multiple : le type auquel ses études l'ont conduit est d'une remarquable ingéniosité. Deux

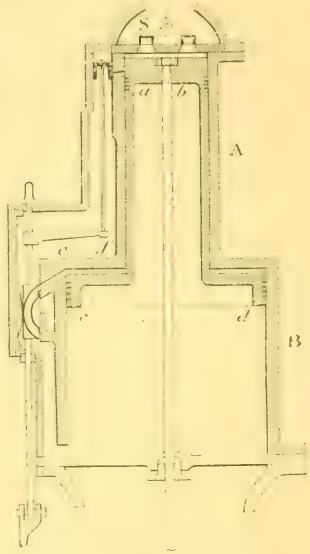


Fig. 2. — *Schéma de la machine Schmidt à triple effet de 60 chevaux.*

cylindres verticaux A et B (fig. 2) sont superposés en tandem : l'un d'eux est à simple effet, l'autre est à double effet. Un piston à triple action reçoit la poussée de la vapeur, sur *ab* d'abord, puis sur *cd* et enfin sur la surface annulaire *e f*. Lors de la première course descendante, la vapeur, admise par la soupape automobile *S*, travaille sur la face supérieure *ab* et elle y subit une première détente ; elle passe ensuite à la partie inférieure du grand cylindre B et fait remonter le piston. Un tiroir conduit enfin la vapeur sur la face *e f* annulaire ; elle s'y détend une troisième fois, en même temps que la partie inférieure du grand cylindre est mise en communication avec le condenseur ; le piston descend par conséquent. Il est à remarquer que la détente dans le petit cylindre refroidit assez la vapeur pour qu'on puisse, dès lors, opérer la distribution par tiroirs à la façon ordinaire.

C'est cette machine à triple effet qui a donné le superbe rendement signalé ci-dessus, c'est le meilleur qui ait été réalisé à ce jour : mais il est probable que les machines Schmidt de 100 et de 150 chevaux, qui viennent d'être mises en marche, dépasseront encore ces résultats. Nous attendons impatiemment de connaître les chiffres relevés dans les derniers essais qui ont été faits.

V

Les documents que nous possédons suffisent pour nous permettre d'apprécier l'œuvre du mécanicien allemand : elle mérite assurément d'arrêter l'attention des praticiens et des savants. Les premiers se disputent déjà la faveur d'une licence de construction ; les seconds étudieront avec intérêt ce moteur constitué comme un moteur à gaz, donnant un diagramme analogue (fig. 3), fonc-

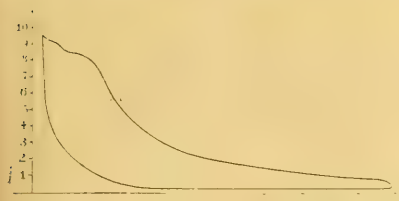


Fig. 3. — *Diagramme d'entropie de la machine Schmidt.*

tionnant entre des limites de température très écartées, détendant la vapeur sans qu'il se produise de condensations et sans exiger de dispendieuses enveloppes ; quel beau champ d'études s'ouvre pour les chercheurs et quelles précieuses indications fournira l'application du diagramme d'entropie de Belpaire!

Mais il faudra quelque temps pour poursuivre ces curieuses études.

Pour l'instant, contentons-nous de relever le fait qui se dégage des premières expériences, à savoir la faible consommation de charbon. Voilà donc une machine à vapeur de 60 chevaux qui ne consomme plus que 695 grammes de charbon à 7.000 calories environ par cheval-heure effectif et 574 grammes par cheval-heure indiqué.

Ces chiffres pourront encore être abaissés pour les machines puissantes; mais, dès maintenant, le rendement total est déjà supérieur à 13 pour cent (du travail effectif sur l'arbre, au travail équivalant aux calories du combustible), et il n'y avait eu jusqu'ici que des moteurs à gaz, alimentés au gaz pauvre, qui eussent pu donner de tels résultats. Le moteur Schmidt est la revanche de la machine à vapeur sur son heureux concurrent. Il revendiquera certainement pour lui l'avantage d'employer n'importe quel charbon, gras ou maigre, gailleteux ou menu : la vapeur surchauffée pourrait donc retarder quelque peu le triomphe définitif des gaz pauvres et des gaz mixtes. L'incandescence appliquée au bec Auer a barré de même, pendant dix ans, le chemin à l'électricité. C'est un nouvel épisode de la lutte engagée entre les machines à feu.

Quoi qu'il en soit du dénouement, l'industrie se voit dotée de moteurs dont le concours devient de jour en jour moins coûteux, en même temps qu'il est plus régulier et plus sûr. Au point de vue social, l'importance de ce progrès est aussi grande qu'au point de vue économique et scientifique, car les producteurs trouveront ainsi le moyen de réduire leurs prix de revient sans toucher aux salaires de leurs ouvriers.

Aimé Witz,
Docteur ès sciences,
Professeur à la Faculté libre des Sciences, à Lille.

LA LIQUÉFACTION DE L'HYDROGÈNE

DÉTERMINATION DE LA TEMPÉRATURE CRITIQUE ET DE LA TEMPÉRATURE D'ÉBULLITION NORMALE DE L'HYDROGÈNE

Un événement d'une portée considérable va marquer une nouvelle étape dans l'évolution de la Physique contemporaine : il s'agit de la liquéfaction complète de l'hydrogène et de la détermination précise des conditions de cette liquéfaction. Cette détermination, ardemment attendue en raison de son haut intérêt pour la philosophie naturelle, vient d'être l'objet de fructueuses investigations théoriques et expérimentales, dues à MM. L. Natanson et K. Olszewski, professeurs à l'Université de Cracovie. Leurs deux mémoires, tout récemment présentés à l'Académie des Sciences de Cracovie, écrits en polonais et encore inédits, vont nous servir de guides pour donner aux lecteurs de cette *Revue* la primeur de leur découverte.

I

L'origine des recherches que nous avons à décrire est le problème de la liquéfaction des gaz dits autrefois *permanents*, problème résolu depuis que M. L. Cailletet a montré, par l'emploi de la détente, la possibilité de la liquéfaction de ces corps. A partir d'une pression initiale suffisante, tous les gaz parfaitement secs donnent par détente un *brouillard*, signe évident de leur liquéfaction. Pour l'hydrogène ce brouillard est particulièrement subtil et difficile à apercevoir, et il a fallu un éclairage spécial pour le mettre en évidence la première fois. MM. Wroblewski et Olszewski, ensemble ou séparément, ont complété l'œuvre de M. Cailletet en obtenant les anciens gaz permanents sous forme de liquides statiques, c'est-à-dire terminés, dans un tube étroit, par un ménisque. Seul l'hydrogène avait jusqu'à présent fait exception. Même refroidi dans l'oxygène bouillant sous la pression de 15^{mm} de mercure (— 210° C.), il restait incoercible, quelle que fût la pression, preuve que sa température critique était inférieure à — 210°. Sous l'influence de la détente, il se liquéfiait en gouttelettes ruisselant sur les bords du tube-laboratoire, mais s'évaporant avant d'être rassemblées en un tout limité par un ménisque. Il restait donc à connaître les conditions précises de la liquéfaction de l'hydrogène, c'est-à-dire la température et la pression critiques de ce gaz. C'est ce double problème que M. Olszewski a résolu par la voie expérimentale en généralisant la méthode de la détente imaginée par M. L. Cailletet.

Les derniers travaux de MM. L. Natanson et K. Olszewski reposent sur la détermination expérimentale préalable de la pression critique de l'hydrogène, que M. Olszewski admet être égale à 20^{atm} environ. Si l'on détend, en effet, de l'hydrogène porté à — 211°, au moyen de l'oxygène bouillant dans le vide, l'ébullition de l'hydrogène se produit invariablement sous la pression de 20^{atm}, que la pression initiale soit 80, 100, 120 ou 140^{atm}. Pour une pression initiale inférieure à 80^{atm}, l'ébullition se produisait à une température inférieure à la température critique, et la pression sous laquelle se produisait l'ébullition descendait à 18, 16, 14^{atm} lorsque la pression initiale était seulement 70, 60 ou 50^{atm}.

S'il en est bien ainsi, l'hydrogène, partant d'une température initiale $t_0 = -211°$ et d'une pression initiale $p_0 = 80^{atm}$, arrive *par détente adiabatique* à la température critique inconnue t_1 sous la pression critique $p_1 = 20^{atm}$.

Si, la température *absolue* étant — 273°, l'on pose $T_0 = 273 + t_0$, $T_1 = 273 + t_1$ et si l'on appelle γ le rapport des deux chaleurs spécifiques de l'hydrogène, qui est égal à 1,40 environ, on trouve aisément par la thermodynamique la relation :

$$\left(\frac{T_1}{T_0}\right)^{\gamma} = \left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\gamma-1}.$$

D'où :

$$t_1 = T_1 - 273 = -231° C.$$

Ce raisonnement, dû à M. L. Natanson, donne donc pour la température critique de l'hydrogène :

$$t_1 = -231° C.$$

Il est possible de retrouver ce même nombre par une tout autre voie, en se servant, comme M. L. Natanson l'a fait, de la *loi des états correspondants* [1], due à M. Van der Waals.

L'équation des gaz parfaits : $pv = RT$ peut se mettre sous la forme :

$$pv = \frac{C}{M} T,$$

M étant le poids moléculaire du gaz et C une nouvelle constante indépendante de la nature du corps ; T est la température absolue. Si l'on exprime, avec Van der Waals, p, v et T en fonction des constantes critiques p_c, v_c, T_c, l'existence d'une *isotherme réduite* commune à tous les corps exigera la relation :

$$(1) \qquad T_c = AM p_c v_c,$$

A étant une nouvelle constante identique pour tous les corps. M. L. Natanson a vérifié la constance de A d'une façon très satisfaisante sur six corps dont les éléments critiques sont connus avec quelque précision. La valeur moyenne de A étant connue ainsi que M et p_c, la relation (1) donne T_c, pourvu que l'on connaisse v_c. A cet effet, on remarque que l'équation $p(v-b) = RT$ qui, d'après M. Amagat, représente très bien la compressibilité de l'hydrogène dans de larges limites, est un cas particulier de l'équation de Van der Waals, et qu'on a par suite : $v_c = 3b$. Or, les expériences de M. Amagat sur l'hydrogène ont été calculées par M. Withowski, qui a fait connaître la valeur exacte de b. On en tire v_c, puis T_c. M. L. Natanson trouve $t_c = -232°$ C, ce qui concorde exactement avec le calcul précédent, et prouve une fois de plus la haute valeur de la *loi des états correspondants*.

II

Ce qui précède est purement spéculatif ; M. K. Olszewski y a ajouté la décisive sanction de l'expérience. Soit à mesurer la température critique

[1] Consulter à cet effet l'article de M. Ph. A. Guye, *Revue générale des Sciences*, t. I, p. 365.

et la température d'ébullition de l'hydrogène sous la pression atmosphérique. Pour cela il fallait deux choses : d'abord produire l'ébullition de l'hydrogène sous la pression critique ou la pression atmosphérique, puis mesurer exactement et rapidement la température de ces ébullitions fugitives.

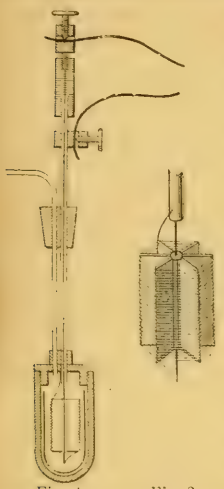


Fig. 1 Fig. 2.

A la partie inférieure de la figure 1, on voit une bouteille en acier, éprouvée à 220atm. Dans cette bouteille pénètre, à la partie supérieure gauche, un tube qui amène, après détente, de l'hydrogène gazeux provenant d'une bouteille de fer de 3 litres, où la pression initiale du gaz était de 170atm. Ce tube traverse un bouchon destiné à fermer un flacon de verre à triple paroi, non représenté ici, qui entoure la bouteille en acier et qui est plein d'oxygène bouillant dans le vide. A l'intérieur de la bouteille en acier se trouve un support en mica ou en ébonite sur lequel est enroulé le fil de platine thermométrique. Celui-ci communique par une de ses extrémités avec un tube métallique traversant le bouchon mentionné ci-dessus et communiquant avec la borne horizontale, qui est reliée par un fil métallique à une des bornes d'un pont de Wheatstone, non figurée ici. L'autre borne communique par un fil avec la borne verticale supérieure de la figure, de laquelle part un fil de cuivre bien isolé, traversant l'intérieur du tube métallique, et se reliant à l'autre extrémité du fil de platine thermométrique. On a ainsi un circuit fermé, où la résistance principale est celle du fil enroulé sur le support, résistance qui est mesurée par le pont de Wheatstone. La figure 2 donne une vue perspective détaillée du support et de l'enroulement du fil thermométrique.

L'ébullition étant produite par la détente lente du gaz fortement comprimé et refroidi à — 211° par l'oxygène bouillant dans le vide, on réglait la détente de façon que l'ébullition se produisit sous la pression finale de 20atm ou de 1atm, laquelle se maintenait constante quelques instants, pendant lesquels il fallait prendre la température de l'hydrogène bouillant. Il ne saurait être question, pour ces températures si basses, du thermomètre à hydrogène gazeux, auquel la loi de Mariotte n'est plus applicable, ni des couples thermo-électriques, peu sensibles à ces températures et dont la soudure n'est pas assez fine pour prendre instantanément la température du gaz environnant. Une seule méthode paraît propre à la mesure de ces températures si basses : c'est la méthode des résistances électriques, proposée et expérimentée par MM. Cailletet et Colardeau, perfectionnée dans ces derniers temps par M. Withowski. Sous sa dernière forme, la méthode consiste à plonger dans le mélange dont on cherche la température un fil de platine très fin dont les spires sont soigneusement enroulées sur un support isolant, et à mesurer la résistance avec un pont de Wheatstone. La loi de variation de cette résistance avec la température, étant connue par des expériences préliminaires, donnera pour une résistance donnée la valeur de la température. La difficulté est ici que les températures à mesurer étant les plus basses de toutes, il faut absolument *extrapoler* la loi de variation de sa résistance électrique, ce qui peut laisser un doute très sérieux. Ce doute est levé en grande partie si l'on considère : 1° que la loi de variation est très sensiblement linéaire pour les spirales de platine employées ; 2° que les températures extrapolées sont assez peu distantes de la plus basse (—208°,5) des températures connues, employées pour la graduation des spirales ; 3° qu'en extrapolant on a pris comme coefficient de variation de la résistance pour 1° celui qui se rapporte à la température de — 208°,5.

Le dispositif expérimental employé par M. Olszewski permet de retrouver à 1° près les températures d'ébullition de l'oxygène sous des pressions données, températures connues par ses travaux antérieurs et évaluées au moyen du thermomètre à hydrogène. M. Olszewski a trouvé ainsi :

Température critique de l'hydrogène.	— 234°,5
Température d'ébullition normale ...	— 243°,5

La température critique trouvée expérimentalement concorde très suffisamment avec les nombres théoriques de M. L. Natanson. Par contre, il y a un désaccord notable en ce qui concerne le point d'ébullition normal.

Les figures 1 et 2 représentent en projection verticale et en perspective l'appareil thermométrique de M. Olszewski, dont le fonctionnement est suffisamment indiqué par la légende.

Peut-être l'intérêt que présentent les détails de la production des très basses températures au moyen des gaz liquéfiés augmentera-t-il si j'ajoute que cette question est à l'ordre du jour, que M. Raoul Pictet a installé à Berlin et installe en ce moment à Paris un laboratoire où l'on pourra manipuler à volonté des kilogrammes d'air liquide, et que, dans les autres pays, le Pr Dewar en Angleterre, et le Dr Kamerlingh Onnes[1] à Leyde, ont réalisé dans le même ordre d'idées des installations qui laissent peu de chose à désirer.

E. Mathias,

Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de Toulouse.

[1] Voir : *Revue générale des Sciences*, le n° 2 de cette année, p. 86.

REVUE ANNUELLE DE GÉOGRAPHIE

Trois études composent cette revue annuelle. Chacune d'elles représente une des formes diverses sous lesquelles se manifestent actuellement les progrès de la Géographie.

Certains géographes tentent de réunir en une synthèse tous les faits connus relatifs à une contrée, à un soulèvement montagneux, à un grand fleuve. A cette catégorie de travaux appartient le livre récent de M. Elisée Reclus sur le *Fleuve des Amazones*, objet de notre premier chapitre.

D'autres s'efforcent de suivre, à travers les siècles, les conceptions humaines sur l'ensemble de la Terre ou sur l'une de ses parties. Cet ordre de recherches est représenté ici par l'étude de l'ouvrage de M. Rainaud sur le *Continent austral*.

Enfin les explorateurs se donnent pour mission de découvrir des faits nouveaux. Et l'exposé des résultats scientifiques de plusieurs voyages récents, accomplis dans l'*Afrique orientale allemande*, offre un exemple de cette forme particulière de l'activité géographique.

I. — LE FLEUVE DES AMAZONES.

On a la satisfaction de retrouver dans le nouveau volume de M. Reclus les qualités qui ont à juste titre établi sa réputation [1]. Son érudition est toujours aussi vaste. S'il n'avait pas laissé de côté l'ancien, mais précieux voyage de Pœppig [2], on pourrait affirmer qu'il a la connaissance de tous les documents de valeur relatifs à son sujet.

Ses descriptions ont toujours conservé le même éclat. Peut-être dans ses paysages de l'Amazonie a-t-il même été mieux inspiré encore que d'habitude. Il a eu l'avantage de visiter personnellement une partie des contrées qu'il dépeint; et il était de longue date familiarisé avec son sujet, puisque, parmi ses premiers travaux géographiques, figure une étude sur l'Amazone [3].

Toutefois, il faut bien ajouter que ce volume n'est pas exempt d'un défaut, à notre sens, d'ailleurs, commun à l'œuvre entière. M. Reclus décrit avec bonheur les phénomènes naturels, il ne cherche pas assez à les expliquer. Il enchante souvent l'imagination du lecteur, il satisfait plus rarement son raisonnement. Traitant des Amazones, il en caractérise avec justesse, par exemple, chacun des affluents, il dépeint le choc des eaux fluviales et marines dans l'estuaire, en termes si bien choisis qu'on croit voir se développer les volutes de ce mascaret gigantesque. Mais, dès qu'on se reprend, dès qu'on échappe au rythme des phrases et qu'on se demande : « Par quel concours de circonstances naturelles ce fleuve se forme-t-il? Pourquoi roule-t-il une masse d'eau aussi colossale des Andes à l'Atlantique? », on s'étonne de chercher vainement la réponse dans ces mêmes pages qui, quelques instants avant, provoquaient l'admiration.

Les géographes ne doivent cependant pas se proposer uniquement de décrire la Terre. Il y aurait certainement du ridicule de leur part à affecter trop d'austérité, à se complaire dans l'abstraction, à éviter de parti pris la couleur et les termes qui ont la vertu de projeter les choses devant les yeux. Mais ils se diminueraient en restant simplement des paysagistes littéraires. Leur mission est plus haute, puisqu'ils se proposent d'étudier les rapports des phénomènes géologiques et orographiques, hydrographiques et climatologiques, de la vie végétale et de la vie animale entre eux, et surtout de rechercher leur action sur l'existence économique, sociale et historique de l'humanité.

Les faits rassemblés par M. Reclus dans son ouvrage permettent cependant d'exposer l'état actuel des connaissances sur le fleuve des Amazones, sur les causes de sa formation et sur son régime.

Si l'on estime l'importance des fleuves à la longueur de leur cours, l'Amazone ne peut pas être regardé comme le plus considérable du globe. Le Nil vient en première ligne avec un développement de 5.940 kilomètres, et le Missouri-Mississipi (5.582) en seconde. A l'Amazone appartient seulement la troisième place. Entre le Lauri-Cocha, petit lac andin, d'où il sort sous le nom de Maranon, et son embouchure, sa longueur est de 5.400 kilomètres.

Si, au contraire, la masse d'eau qu'un fleuve apporte à l'Océan détermine son rang dans l'hydrographie générale, il n'en est aucun qui puisse prévaloir sur l'Amazone.

Pour exprimer d'un mot ses proportions colossales, les Brésiliens l'ont surnommé le Fleuve-mer. Le fleuve des Amazones est bien, en effet, un bras de mer au milieu du continent. Il en a les proportions. Sa largeur atteint déjà cinq kilomètres, au confluent de la Madeira, et seize en face de Santarem. Dans l'estuaire, cinquante kilomètres séparent ses

[1] *L'Amazonie et la Plata*. Tome XIX de la *Nouvelle géographie universelle*, Hachette et Cie, éditeurs.

[2] *Reise in Chile, Peru, und auf dem Amazonen Strome*. Leipzig, 2 vol. in-4° 1843-35.

[3] *Le Bassin des Amazones et les Indiens*. *Revue des Deux Mondes*, n° du 15 juin 1862.

deux rives (fig. 1). Le Pas de Calais est étroit en comparaison, puisque du cap Gris-Nez à Douvres la distance est de trente-quatre kilomètres.

Comme la mer, le fleuve a ses tempêtes périlleuses, qui obligent les navires à s'abriter dans les criques. Comme elle, il transforme le continent. En certains points, il l'érode et le diminue; en d'autres, il l'accroît par ses apports. A l'époque de la baisse des eaux, l'Amazone dégrade ses rives. De véritables îles descendent au fil du courant. Un autre grand fleuve tropical, le Nil, présente un spectacle analogue. Il charrie des amas d'herbes qui parfois s'agglomèrent et forment le *zedd*, cette barrière végétale qui en 1870 arrêta pendant des mois Samuel Baker, en 1880 bloqua Gessi-Pacha, un autre Européen au service du Khédive, et finalement lui coûta la vie.

Mais, sur l'Amazone, toutes choses s'amplifient. Le fleuve n'entraîne pas seulement des herbes flottantes : il arrache des pans de rivage. De longs radeaux de troncs entrelacés, auxquels s'accroche toute une flore d'espèces herbeuses, passent au fil de l'eau. Des oiseaux perchent sur les arbres, des serpents sont suspendus aux branches. C'est un jardin zoologique qui voyage.

Puis une île ou un promontoire fait obstacle : le radeau est arrêté ; les lianes s'entrelacent et attachent l'île flottante au rivage. L'Amazone, travailleur perpétuel, a démoli là-haut. Ici il reconstruit.

Plusieurs causes contribuent à la formation de ce fleuve géant :

D'abord, son bassin est entièrement situé dans la zone des pluies tropicales. Les vents alizés y arrivent, chargés de la vapeur d'eau qu'ils ont balayée sur l'Atlantique. Or ils soufflent toute l'année. Leur action est continue. Contrairement au phénomène qu'on observe dans l'océan Indien, où les pluies transportées par la mousson, qui souffle tantôt vers le nord-est et tantôt vers le sud-ouest, se partagent entre l'Asie méridionale et l'Afrique orientale, la totalité des nuées originaires de l'Atlantique se condense sur l'Amérique du Sud.

La disposition du relief du bassin de l'Amazone (fig. 1) contribue aussi à en accroître l'humidité. Les Andes se dressent à son extrémité occidentale. Grâce à son altitude, à sa forme concave, à sa disposition en gradins, cette barrière montagneuse arrête les vapeurs apportées par les alizés. Rien ne passe, et la côte du Pérou est parmi les contrées les plus sèches du globe. Une partie des nuages se condense sous forme de neige, et, par la fonte, retourne à l'Amazone. Le reste est rejeté dans la plaine, réfléchi par les Andes, qui font l'office d'un écran colossal.

Fig. 1. — *Carte du bassin de l'Amazone.*

Les précipitations sont donc partout abondantes. Elles atteignent annuellement, sauf en quelques districts peu étendus, la hauteur de $1^{m},30$ au minimum. Une large bande territoriale qui s'étend au pied des Andes et épouse leur concavité, reçoit 2 mètres d'eau; et même, à Iquitos, on constate $2^{m},62$.

Ces chiffres ne présentent cependant rien d'excessif. On peut même les considérer comme modérés. D'autres contrées tropicales sont bien plus arrosées. Le pluviomètre du Jardin Botanique de Buitenzorg (Java) recueille une quantité d'eau annuelle de $4^{m},50$; et il existe un point sur le globe, Tcharrapoungi (Inde Anglaise), où il en tombe normalement plus de 12 mètres[1].

[1] SUPAN, *Grundzuege der Physischen Erdkunde*, p. 95.

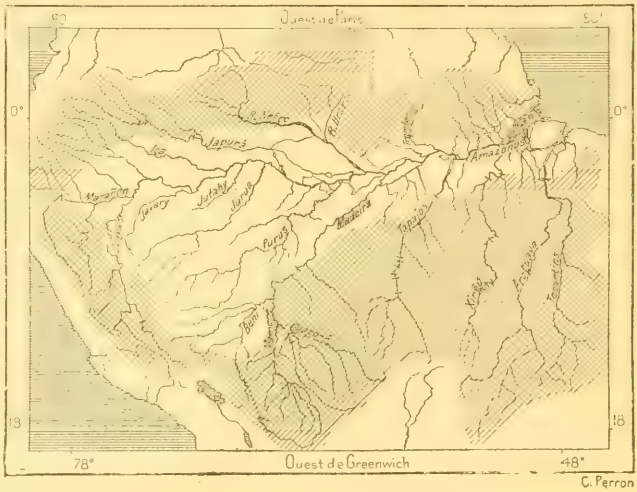
Si l'Amazone constitue un phénomène hydrographique unique, c'est donc moins à cause des quantités d'eau qui tombent sur son bassin qu'à cause de l'étendue même de ce bassin. Aucun fleuve au monde ne draine une pareille superficie. Le bassin du Yan-tse-Kiang est de 3.240.000 kilomètres carrés, celui du Mississipi de 3.300.000, celui du Nil de 3.340.000. La surface de celui de l'Amazone s'étend sur 6.590.000 kilomètres carrés.

Certains cours d'eau, tels que le Gange, l'Iraouaddi, le Barito de Bornéo ont un tel débit, qu'en proportion de leur aire de drainage ils sont supérieurs à l'Amazone. Mais celui-ci est seul à bénéficier de la masse d'eau entière qui, ailleurs, se répartit entre plusieurs fleuves. C'est pourquoi il est, d'une manière absolue, le plus considérable du globe.

Sa grandeur résulte encore de la disposition extrêmement régulière de ses affluents. La comparaison classique d'après laquelle on assimile un fleuve et ses affluents à un tronc d'arbre orné de ses branches, s'applique admirablement à l'Amazone. Tributaires de gauche : Iça, Yapura, Rio Negro, Trombetas; tributaires de droite : Purus, Madeira, Tapajoz, Xingu, viennent symétriquement se confondre dans le fleuve principal (fig. 2). Le Pô et la Moldau, l'affluent bohémien de l'Elbe, sont peut-être les seuls cours d'eau qui présentent une ramure hydrographique aussi parfaite.

Or, dans un pays tropical, une pareille disposition a un intérêt exceptionnel. Les pluies n'y tombent pas, comme on le sait, uniformément pendant toute l'année. Mais leur chute en un lieu coïncide avec les époques où, dans ses mouvements apparents de déplacement entre les Tropiques, le Soleil passe au zénith. Quand la pluie tombe dans la partie du bassin appartenant à l'hémisphère boréal, elle cesse dans la partie australe, et réciproquement. L'Amazone bénéficie, par l'intermédiaire de ses affluents de gauche, des précipitations de l'hémisphère boréal, et de celles de l'hémisphère austral par ses affluents de droite.

Il n'y a qu'un grand fleuve tropical, le Congo, dont la disposition générale soit analogue. Grâce au travail colossal des explorateurs européens, et en particulier des Français et des Belges, depuis quinze ans le réseau hydrographique du Congo s'éclaircit de jour en jour. Et l'on sait maintenant que l'Ouellé-Oubangui et la Sanga, affluents venant du nord, jouent un rôle analogue à celui du Yapura et du Rio Negro, et que le Lomami, le Sankuru, le Kassaï et le Kouango qui viennent du sud, correspondent au Purus, à la Madeira et au Tapajoz.



Zone des affluents amazoniens en amont des chutes.

Fig. 2. — *Dépression amazonienne et zone extérieure des cataractes* [1].

On commence donc à saisir nettement les causes de la formation de l'Amazone.

Certaines particularités de son régime sont également bien connues. Comme tous les fleuves tropicaux, l'Amazone croît et décroît d'une manière régulière. Mais, tandis que les autres éprouvent seulement une crue annuelle, l'Amazone en subit deux. Sa participation aux pluies de l'hémisphère austral d'abord et de l'hémisphère boréal ensuite, explique cette anomalie.

Le fleuve grossit du début de mars au mois de juillet. Il reçoit alors le tribut de ses affluents de droite. Puis, d'août à octobre, il diminue. Mais, à cette époque, les affluents de gauche ont, à leur tour, atteint leur point maximum. Grâce à leur apport, le fleuve se gonfle derechef. Cette nouvelle crue dure de novembre à janvier. Pendant le mois de février se manifeste une seconde époque de baisse.

[1] Ce cliché, extrait du grand ouvrage de M. Reclus, a été obligeamment prêté à la *Revue* par MM. Hachette et Cie.

Le niveau de l'Amazone ne s'élève pas également sous l'influence de ces deux crues. Celle de mars-juillet est plus forte que celle de novembre-janvier. Le cours proprement dit de l'Amazone est, en effet, situé au sud de la ligne équatoriale. En outre, ses affluents de droite sont bien plus développés que ceux de gauche. Les affluents supérieurs de la Madeira plongent dans la zone australe jusqu'au 18°, alors que le point le plus septentrional drainé par le Rio Branco est situé par 5° de latitude N. Les pluies de la zone australe exercent donc sur le niveau de l'Amazone une action plus sensible que celles de la zone boréale.

La crue ne se manifeste pas d'une manière égale dans toutes les parties du fleuve. A Teffé, la différence entre les niveaux extrêmes est ordinairement de 12 mètres. Elle atteint parfois 16 mètres et exceptionnellement 17. A Iquitos, cette différence ne dépasse guère 9 mètres.

Lors des basses eaux, des îles innombrables se couvrent de végétation. Les plantes se hâtent de se développer. Puis la crue se produit, les canaux du fleuve se remplissent de flots jaunes. Herbes et fleurs disparaissent sous les eaux. Quelques points plus élevés émergent seuls à la surface, et servent de refuge à des animaux de toute espèce.

Dans certains affluents, les crues sont très rapides. Crevaux raconte que, s'étant endormi, pendant la nuit du 18 mai 1879, sur les bords de l'Iça, en un endroit absolument sec, il se réveilla tout à coup dans l'eau. En quelques heures, la rivière avait silencieusement débordé et s'était répandue dans les bois.

La baisse est aussi soudaine. D'après le même voyageur, un petit vapeur amarré à un tronc d'arbre, un soir, fut retrouvé le matin la proue soulevée et l'arrière baignant dans l'eau, tant la rivière avait rapidement décru pendant la nuit.

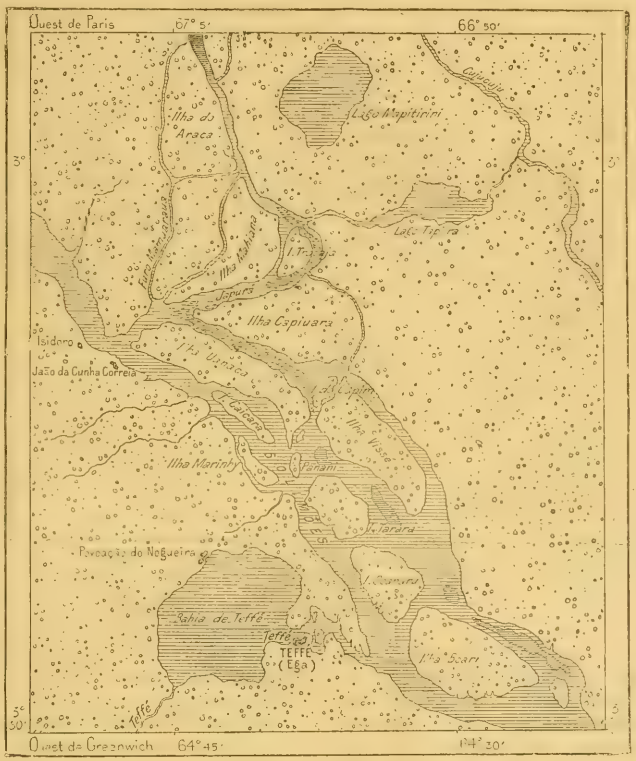


Fig. 3. — *Canaux de l'Amazone. Teffé et le confluent du Yapura* [1].

L'hydrographie amazonienne est caractérisée également par la facilité avec laquelle se creusent, à côté du lit principal, les canaux secondaires. Une fois dégagé des Andes, l'Amazone traverse des terrains éminemment meubles, dans lesquels les flots se fraient aisément passage. De plus, la pente du bassin est très peu accentuée. Les flots, au lieu de se précipiter vers la mer, semblent s'attarder. Des communications singulières et anormales s'établissent donc entre le fleuve et ses affluents, et entre les affluents eux-mêmes. En aval de San Antonio, un canal, l'Auaty Parana, se détache de l'Amazone et se jette dans le Yapura, avant que celui-ci ne se soit confondu dans l'Amazone. C'est donc le fleuve qui est tributaire de son affluent.

La plaine de l'Amazone, sillonnée de canaux infiniment ramifiés, est un vrai dédale hydrographique; si les deux mots ne s'excluaient réciproquement, on pourrait la définir : un continent aquatique (fig. 3).

[1] Ce cliché, extrait du grand ouvrage de M. Reclus, a été obligeamment prêté à la *Revue* par MM. Hachette et Cie.

L'absence de delta forme encore un trait curieux de la géographie de l'Amazone.

On pensait naguère qu'un delta consiste dans le partage d'un fleuve aboutissant à la mer entre deux ou plusieurs branches. On admet maintenant qu'un fleuve possède un delta quand il construit, par agglomération de ses alluvions, de nouvelles parcelles de continent[1]. L'Ebre, par exemple, ne se jette dans la Méditerranée que par une seule bouche, et cependant il a un delta, puisqu'il a formé cette péninsule qui se détache d'une manière caractéristique de la côte de Catalogne. Or, l'île de Marajo, devant laquelle se divise l'Amazone, n'est ni formée ni agrandie par les apports actuels du fleuve. Il n'a donc pas de delta, et c'est par un estuaire grandiose qu'il se jette dans l'Océan.

Cependant, plusieurs des conditions nécessaires à la formation des deltas ne manquent pas à l'Amazone. La masse de parcelles solides qu'il contient en suspension, est colossale. D'autre part, il a une telle force d'expansion qu'il pénètre au milieu des eaux de l'Océan et forme cette « mer douce » qui, déjà en l'an 1500, avait tant surpris Pinzon et ses compagnons.

L'Amazone semblerait donc apte à construire au large une digue solide et à combler par ses apports l'espace compris entre elle et la terre ferme. Mais il est nécessaire, pour que les alluvions se déposent, que les eaux soient calmes. Or, du cap San Roque au Yucatan, la côte d'Amérique est balayée par le courant sud équatorial. Il possède une grande force. Il ronge la côte, et certainement il a diminué la longueur de l'Amazone. Naguère les deux bras du fleuve se rejoignaient en aval de l'île de Marajo, et la rivière du Tocantins, au lieu de se jeter directement à la mer, se déversait dans l'Amazone.

Le courant empêche donc le dépôt des alluvions. Il les entraîne, pour les déposer peut-être fort loin dans le Nord. M. Reclus émet l'hypothèse ingénieuse que les flèches de sable qui bordent la côte des États de Floride et des Carolines, pourraient bien être constituées par ces alluvions, que là serait le véritable delta des Amazones.

Le réseau navigable de l'Amazone et de ses affluents est un des plus développés qui existent au monde. Il ne joue cependant qu'un rôle infime dans les relations commerciales du globe. Quelle différence sous ce rapport entre ce fleuve géant et ces ruisseaux qu'on nomme la Seine et la Tamise! C'est que l'Amazonie est parmi les pays les moins peuplés de la Terre. Un voyageur qui descend le fleuve a l'impression d'une solitude infinie. Les indigènes, peu nombreux, sont répandus sur un immense territoire, et partant très clairsemés. L'émigration européenne ne s'est pas portée vers cette région. Seule Manaos avec ses 50.000 habitants est une véritable ville ; mais les autres prétendues « villes » sont des bourgs : Santarem a 2.000 habitants, et Teffé 1.800.

L'homme semble accablé par l'intensité de la vie végétale. Il faudrait des légions de pionniers pour défricher l'Amazonie.

Dans d'autres régions du globe, les générations successives ont, par leur travail incessant, rendu la terre non seulement habitable, mais encore agréable à habiter. Ici, un pareil travail d'aménagement du sol n'est même pas commencé.

Cependant, si jamais l'accroissement de l'humanité oblige à mettre en valeur de nouveaux territoires, l'Amazone jouera un rôle. Il facilitera la pénétration dans le Far-West de l'Amérique méridionale. L'homme a toujours trouvé dans certaines forces naturelles un secours contre d'autres forces naturelles. Une semblable union se reverra sous une forme nouvelle. Le fleuve sera l'allié de l'homme contre la forêt.

II. — Le Continent Austral.

C'était une idée répandue chez les hommes les plus distingués de l'Antiquité grecque et romaine, qu'à la partie de la Terre connue et habitée, à l'*Œcumène*, en correspondait une autre, l'*Antichtone*, située au delà de l'Océan.

Au Moyen Age, l'hypothèse de cette terre australe continua à préoccuper les esprits. Du XVIe au XVIIIe siècle, elle suscita parmi les savants maints débats et controverses. Elle disparut seulement lorsque Cook eut prouvé, par la plus éclatante des démonstrations expérimentales, qu'elle n'était pas fondée.

Pendant que les géographes discutaient, les navigateurs s'élançaient dans les mers à la recherche de ce continent. Ils ne le découvrirent naturellement pas, puisqu'il existait seulement dans leur imagination. Mais leurs tentatives eurent pour résultat d'accroître considérablement les connaissances sur la partie du globe située au sud de l'Equateur.

L'idée de « Terre Australe » a donc suscité d'une part des études théoriques, et de l'autre des croisières maritimes. Suivre à travers les siècles l'évolution de cette idée et les progrès des découvertes, rechercher en même temps les influences réciproques des théories sur les voyages, voilà précisément ce que s'est proposé M. Armand Rainaud dans son ouvrage intitulé : *Le Continent Austral, Hypothèses et Découvertes*[1].

[1] G. R. Credner, *Die Deltas*. Cahier supplémentaire, n° 56, des *Petermanns Geographische Mittheilungen*. Gotha, 1878.

[1] Un vol. in-8°. Armand Colin et Cie, éditeurs. Paris, 1894.

Son livre est solidement documenté. Il témoigne de recherches fort étendues. Peut-être même serait-on tenté de reprocher à M. Rainaud un défaut de sobriété. Le désir de ne sacrifier aucun détail, de raconter par le menu les grands voyages de la fin du xve siècle et du commencement du xvie, lui fait parfois perdre de vue son idée principale. Tout compte fait, cet ouvrage forme une très bonne contribution à l'histoire des idées géographiques.

L'existence de la terre australe fut admise par beaucoup de penseurs de l'Antiquité. L'imagination la faisait surgir des profondeurs de la mer Erythrée (océan Indien), de même qu'elle laissait entrevoir au delà des colonnes d'Hercule, très loin dans l'Atlantique, un continent que Platon nommait l'Atlantide, Théopompe la Méropide, et Plutarque le Continent Cronien.

Pour les Pythagoriciens, l'hypothèse résultait de leur conception de l'harmonie de l'Univers. Si le globe terrestre forme un tout bien ordonné, il est vraisemblable que l'hémisphère austral reproduit les dispositions de l'hémisphère boréal, avec ses terres et les peuples qui l'habitent. L'argument le plus souvent invoqué était fondé sur les besoins de l'équilibre : un groupe de terres australes paraissait nécessaire pour contrebalancer celui des terres boréales et maintenir l'équilibre du globe.

Ptolémée essaya de fixer la situation de cette terre inconnue. Elle enferme, dit-il, au sud la mer Erythrée et relie la côte orientale d'Afrique à l'extrémité méridionale du pays des Sines.

Mais les conceptions ne sortaient pas de l'*a priori* et les voyageurs furent impuissants à les confirmer ou à les infirmer. Il est permis de douter de tous les prétendus périples autour de l'Afrique. Eudoxe de Cyzique paraît s'être avancé plus loin qu'aucun des Anciens vers le sud, le long de la côte occidentale (iie siècle av. J.-C.) ; or, il ne dépassa vraisemblablement pas l'entrée du golfe de Guinée. Dans l'océan Indien, il y eut des explorations plus lointaines. Des navigateurs grecs réussirent vraisemblablement, entre les années 70 et 90 après J.-C., à franchir l'Equateur. Mais aucune certitude ne pouvait résulter des données extrêmement vagues rapportées par les voyageurs.

La question du continent austral se posa donc absolument intacte devant les hommes du Moyen Age. Elle sollicita l'attention des Orientaux comme celle des Occidentaux. Mais ils furent aussi incapables les uns que les autres de la résoudre.

Du ve au xe siècle toute science disparait en Occident. Une seule autorité domine : celle de la Bible. La Géographie participe à la décadence générale. Tout l'art des cartographes se borne à composer des *rouelles*, esquisses grossières sur lesquelles les continents partagés en segments sont entourés par une circonférence : l'Océan.

Les questions intellectuelles n'étaient cependant pas universellement négligées. Selon la belle expression de Renan, il semble, quand le flambeau de l'esprit humain va s'éteindre entre les mains d'un peuple, qu'un autre se trouve là pour le relever et le rallumer. Les écoles d'Italie et de Gaule deviennent désertes et silencieuses ; mais un brillant mouvement intellectuel se produit dans certaines villes d'Orient, telles que Harran et Bagdad. Aristote, Euclide, Galien, Ptolémée sont traduits du grec en arabe. Les musulmans, dépositaires du trésor de la science antique, eurent le mérite de ne pas le dilapider. Mais ils ne l'accrurent pas. Ils adoptèrent sans critique les idées des Anciens. En matière de Géographie, Ptolémée fut l'autorité incontestée. Ses vues personnelles sur le continent austral furent acceptées comme les autres.

Quant aux marins, ils ne se risquèrent pas dans les parages éloignés de l'océan Indien ou de l'océan Atlantique. Ils étaient paralysés par les légendes effrayantes qui représentaient la zone torride comme inhabitable et les Océans comme couverts de ténèbres.

La contribution des géographes et des navigateurs arabes à la connaissance des terres australes fut donc nulle.

Au moment où, à leur tour, les peuples musulmans commençaient à subir une décadence dont ils ne se sont jamais relevés, les Occidentaux renaissaient à la vie intellectuelle. Les ouvrages les plus importants de la science arabe sont traduits en latin. « Dès les premières années du treizième siècle, l'Aristote arabe fait dans l'Université de Paris son entrée triomphante. » La question de la terre australe s'imposa à l'attention des érudits. Les œuvres d'Albert le Grand, de Roger Bacon, de Vincent de Beauvais témoignent des discussions qu'elle suscita.

Cependant, aucun fait récent ne renouvelait le débat. L'Antiquité continuait à le défrayer. C'étaient toujours les mêmes arguments, que se lançaient partisans et détracteurs de la terre australe, et qui rebondissaient d'un camp dans l'autre. Au début du xve siècle, l'hypothèse de l'Antichtone se posait donc dans les mêmes termes qu'à l'époque des Alexandrins.

Les idées relatives au continent austral subirent profondément le contre-coup des grands événements maritimes du xve siècle : voyages de Barthélemy Diaz, de Vasco de Gama, de Christophe Colomb. Le voile, qui bornait la vue des Européens, se déchirait. Quantité de préjugés disparurent. On cessa de croire la zone torride inhabitable, et les Océans impossibles à franchir.

Et puis un si grand nombre de terres inconnues

avait été révélé en quelques années, que de nouvelles découvertes paraissaient vraisemblables. Au scepticisme exagéré d'autrefois succédait désormais une confiance illimitée. La comparaison entre les obstacles rencontrés par Colomb, en 1492, et les facilités qui entourèrent le départ de Magellan, en 1519, permet de mesurer le progrès accompli par les idées.

L'opinion publique était donc favorablement disposée à l'hypothèse de la terre australe, quand plusieurs découvertes mal interprétées vinrent à point pour fortifier les convictions. En traversant le détroit qui porte son nom (1520), Magellan laissait au sud la Terre de Feu. En 1526, le Portugais Georges de Meneses découvrait la côte septentrionale de la Nouvelle-Guinée. Enfin, à une époque difficile à préciser, mais certainement antérieure à 1555, des marins français ou portugais reconnurent la côte orientale de la terre appelée maintenant Australie et nommée, au XVIe siècle, *Grande Jave*. Or, toutes ces découvertes restaient vagues. Ici un cap avait été aperçu, ailleurs on avait longé quelques milles de côtes. L'incertitude même des données rapportées par les navigateurs, autorisait toutes les audaces des cartographes. Ils réunissaient par des lignes imaginaires les côtes entrevues. Et c'est ainsi que, sur la mappemonde de Mercator de 1569, s'étend de l'Ouest à l'Est et sans interruption une *terra australis* (fig. 4).

Jusqu'alors le continent Austral n'avait pas été l'objet d'explorations systématiques. Les marins étaient préoccupés uniquement de chercher de nouvelles voies vers les îles des Épices. Ils croyaient avoir aperçu ses promontoires avancés, mais c'était beaucoup moins volontairement que par le hasard des navigations.

Au contraire, les premières années du XVIIe siècle marquent dans l'histoire du Continent Austral le début d'une ère nouvelle. Désormais, on s'efforcera de l'atteindre méthodiquement. La découverte de cette terre sollicite d'autant plus les aventuriers intrépides, qu'ils sont convaincus *a priori* qu'elle renferme de grandes richesses. L'un d'eux la décrit ainsi en substance : « L'argent, les perles, la nacre n'y sont pas rares. On y trouve même de l'or. Le climat y est très sain. On y voit beaucoup de vieillards. »

Fig. 4. — *Les Terres australes, d'après les mappemondes Mercatoriennes* [1].

Ces peintures enchanteresses de pays inconnus n'ont rien de surprenant. Elles apparaissent à toutes les époques où l'expansion européenne a été vigoureuse. Nos yeux y sont accoutumés. Que de fois on s'est plu, depuis quinze ans, à vanter, avec force détails, les ressources de contrées africaines encore à peine explorées !

De tous ces *conquistadores*, aucun ne déploya plus d'énergie, pour atteindre le Continent Austral, que le Portugais Fernandez de Queiros. Son existence paraît ne pas avoir eu d'autre objet. Il y a peut-être quelque emphase dans le titre de « héros de la Terre Australe » que lui décerne M. Rainaud ; mais jamais, assurément, idée géographique ne rencontra de défenseur plus convaincu. Un premier voyage dans la mer du Sud, en 1595, l'avait tiré de pair. En 1603, il obtint du roi d'Espagne un

[1] Ce cliché, extrait du livre de M. Rainaud, nous a été obligeamment prêté par l'auteur.

nouveau commandement. Son exploration fut conduite avec méthode. Il décrivit une ligne brisée dans l'Océan Pacifique entre l'Équateur et le 30° latitude S. et découvrit l'île du Saint-Esprit (groupe des Nouvelles-Hébrides) qu'il supposa un fragment du continent rêvé. Il rentre en Europe; mais, jaloux d'achever sa découverte, il sollicite sans relâche l'armement d'une nouvelle expédition. Il accable les membres du Conseil d'Etat d'Espagne de projets et de mémoires. Enfin, las d'être toujours rebuté, il se préparait à partir à ses frais, quand il mourut (1614).

Au moment où l'ardeur des marins s'éteint en Portugal et en Castille, elle s'allume dans les Pays-Bas. Les Hollandais ont été attirés en Extrême-Orient par l'ambition d'arracher au roi d'Espagne la possession des îles de la Sonde.

La question du continent Austral s'est imposée par surcroît à leur attention. Parmi les nombreux voyages qu'ils accomplirent dans l'Océan Pacifique, les plus importants furent celui de Le Maire et Schouten et celui de Tasman.

Le négociant d'Amsterdam Jacques Le Maire et le navigateur Guillaume Schouten s'associèrent et armèrent en 1615 deux bâtiments, avec l'intention de « trouver un autre passage que le détroit de Magellan pour entrer en la mer du Sud et découvrir nouvelles terres et îles vers le Sud ». La découverte la plus mémorable de cette campagne fut celle du cap qui termine l'Amérique, et qui fut nommé *Horn*, en souvenir de la ville où Schouten était né.

L'objet principal de la mission dont Tasman avait été investi par le gouverneur des Indes néerlandaises, Van Diemen, était de longer la côte du Continent Austral. Au sud de la *Grande Java*, il découvrit la terre à laquelle fut attribué son nom : la Tasmanie. Il reconnut ensuite la côte occidentale de la Nouvelle-Zélande, qu'il avait appelée *Terre des États* en l'honneur de « Leurs Hautes Puissances les États des Provinces-Unies ».

Ces voyages, comme beaucoup d'autres, étaient aussi défavorables que possible à l'hypothèse du Continent Austral. Chacun d'eux lui portait un nouveau coup. En vain les vigies scrutaient attentivement l'horizon. Elles n'apercevaient jamais le rivage de la terre promise. Au sud de l'Amérique, comme au sud de cette *Grande Java*, désormais nommée pour deux siècles *Nouvelle-Hollande*, la mer était libre et ouverte.

On ne se résignait cependant pas à renoncer à l'hypothèse traditionnelle. La vieille forteresse était cimentée de convictions si solides que, battue en brèche, ébranlée de tous côtés et même démantelée en plus d'un point, elle restait quand même debout. Voici comment s'exprime le Hollandais Varenius, une des autorités géographiques du XVIIe siècle, dans sa *Geographia generalis in qua affectiones generales telluris explicantur* (Amsterdam, 1664) : « Cette terre (australe) se rapproche de l'Ancien Monde dans les régions qui avoisinent la Nouvelle-Guinée, et de l'Amérique ou Nouveau Monde dans les régions qui limitent le détroit de Magellan. »

Un siècle après, les hommes les plus distingués restent encore obstinément attachés à l'idée de l'existence d'un Continent Austral. Dans son exposé de la *Théorie de la Terre*, qui forme le tome premier de son Histoire Naturelle (1749), Buffon laisse entendre qu'à son avis, on rencontrera dans les espaces inexplorés des mers australes un continent aussi étendu que l'Ancien Monde.

Buache affirme dans un mémoire lu le 12 novembre 1757 devant l'Académie des Sciences, qu'une ligne de côtes continue relie la Nouvelle-Guinée à la Terre de Feu.

Enfin, l'hydrographe anglais Dalrymple, en 1770, s'avançait jusqu'à donner la superficie des Terres Australes, qu'il déclare égales « à toutes les régions civilisées de l'Asie depuis la Turquie jusqu'à la Chine ». On était d'autant plus enclin à persister dans des idées erronées qu'un argument nouveau et d'apparence scientifique venait au secours des anciens : Les marins rencontraient beaucoup de glaces flottantes. Or, c'était une opinion absolument répandue que l'eau de mer ne gèle pas loin des côtes. Il existait donc certainement un continent d'où ces glaces se détachaient.

Cependant, au moment même où l'on s'ingéniait à les édifier, le capitaine Cook vint ruiner ces fragiles échafaudages d'arguments. Il fallut se rendre à l'évidence. Dans son premier voyage (1768-71), Cook démontra, en faisant la circumnavigation de la Terre des États ou Nouvelle-Zélande, qu'elle ne pouvait pas être la partie orientale du Continent Austral.

Mais ce fut surtout son second voyage (1772-75) qui anéantit définitivement l'hypothèse consacrée et fit triompher la vérité sur des erreurs courantes depuis des siècles. Cook poussa une série de pointes dans les mers antarctiques. Il s'avança ainsi dans l'Atlantique jusqu'à 59° 13', dans la mer des Indes jusqu'à 67° 15', dans le Pacifique jusqu'à 71° 10' « sans rencontrer nulle part les promontoires avancés du Continent Austral ». Il était autorisé à écrire en revenant : « J'ai fait le tour de l'hémisphère austral dans une haute latitude, et je l'ai traversé de manière à prouver, sans réplique, qu'il n'y a pas de continent, à moins qu'il ne soit près du pôle et hors de la portée des navigateurs. »

Ainsi était fermé le débat.

Ce ne fut pas la seule conséquence des voyages de Cook. Ils en eurent une autre bien inattendue :

ils favorisèrent indirectement l'exploration de l'Afrique. Nous sommes un peu surpris que M. Rainaud n'ait pas développé cette idée.

L'*Association Africaine*, ou plus exactement *The Association for promoting the Discovery of the interior Parts of Africa*, fut fondée à Londres en 1788, c'est-à-dire neuf ans après la mort de Cook. A sa tête figuraient quelques-uns des membres les plus en vue de l'aristocratie. Naguère comme aujourd'hui, les Anglais aimaient à placer les sociétés scientifiques sous la protection de nobles patrons. Mais en réalité l'homme qui lui donna la vie et, pendant plus de trente ans, veilla sur elle avec une sollicitude paternelle, fut Sir John Banks. Or, c'était ce même Sir John Banks qui avait accompagné Cook en qualité de naturaliste pendant le voyage de 1768-71. L'éminent géographe viennois Supan a naguère signalé cette coïncidence, mais il importe d'y insister. C'est le même homme qui a contribué à anéantir l'hypothèse du Continent Austral et à créer l'Exploration africaine. Les termes par lesquels s'ouvre le premier volume des *Proceedings* de l'Association, donnent une preuve encore plus convaincante du rapport existant entre les deux événements géographiques. L'intérêt de la citation excusera sa longueur : « De toutes les recherches qui ont le pouvoir de solliciter notre attention, il n'y en a peut-être pas qui excite autant la curiosité du jeune homme ou du vieillard, que le savant et l'ignorant désirent autant approfondir, que la nature et l'histoire des parties de la Terre encore actuellement inconnues. *Feu le capitaine Cook* a si heureusement répondu à ce vœu que, sur mer, à l'exception des régions polaires, il ne reste plus rien à découvrir ; mais sur les continents un tiers des régions habitées reste encore à explorer. Car une grande partie de l'Asie, une plus grande de l'Amérique et *presque toute l'Afrique* est encore non visitée et inconnue. » Et plus loin : « La carte de l'intérieur (de l'Afrique) est une grande tache blanche sur laquelle le géographe, s'appuyant sur l'autorité de Léon l'Africain et de l'écrivain nubien Edrisi, inscrit d'une main hésitante quelques noms de fleuves inexplorés et de peuples incertains. »

La curiosité humaine est insatiable. Elle exige sans cesse des aliments nouveaux. Au moment même où le problème du Continent Austral est résolu, les questions africaines se posent.

III. — L'AFRIQUE ORIENTALE ALLEMANDE

Voici juste dix ans que les Allemands se sont établis dans l'Afrique orientale. C'est le 27 février 1885 que Guillaume Ier plaçait sous son protectorat les territoires que le jeune Dr Karl Peters venait d'acquérir dans l'Ousagara, au cours d'une expédition aussi rapide qu'audacieuse. Ce domaine primitif s'est bientôt élargi dans des proportions considérables. Les Allemands ont réussi à soustraire le hinterland de Zanzibar aux Anglais, qui déjà en escomptaient la possession. Ils se sont taillés entre l'océan Indien et le lac Tanganika, les lacs Victoria et Nyassa, un beau morceau de terre africaine, dont la superficie est égale environ au double de celle de l'Empire.

L'établissement de cette colonie a eu d'importantes conséquences sur le progrès des connaissances géographiques de cette région. Au lieu de se disperser, comme naguère, sur l'ensemble du continent, beaucoup d'explorateurs allemands ont concentré sur elle leurs efforts. Ils ont ainsi obéi à une tendance générale. L'Afrique a été partagée entre les nations européennes. Sa carte politique reflète celle de l'Europe occidentale et centrale. Elle la déforme, de même que certains miroirs altèrent les proportions des objets qu'ils reproduisent ; elle en réfléchit pourtant l'image. L'Afrique devient de moins en moins un champ international d'activité. Chacun travaille chez soi et pour soi. La plupart des explorations françaises se sont groupées dans le sud de l'Algérie, dans le Soudan, dans le Congo et à Madagascar. De même, aucune tâche n'a paru plus urgente aux Allemands que la reconnaissance de leurs domaines particuliers : Togo, Cameroun, Sud-Ouest africain, Afrique orientale.

Parmi les explorateurs de cette dernière colonie, Fischer, Hans Meyer, Stuhlmann, von Schele, sont les plus célèbres.

Un long voyage a été accompli en 1891-1893 par Oscar Baumann, qui s'était déjà signalé par trois expéditions en Afrique, et notamment par une reconnaissance détaillée de l'Ousambara [1]. Il a atteint le lac Tanganika en traversant des régions pour la plupart inconnues [2]. En rapprochant ses observations de celles de ses prédécesseurs, il est possible de tenter l'esquisse de la géographie physique de l'Afrique orientale allemande.

La côte est bordée par une succession de montagnes. Leur direction générale étant nord-est sud-ouest, et celle de la côte parallèle au méridien, la bande de terrain plat qui les sépare de la côte, va en s'élargissant du nord vers le sud. Elle est de 30 kilomètres à hauteur de l'Ousambara, de 100 à hauteur de l'Ousagara et de 500 en face du lac Nyassa. L'altitude des montagnes se maintient généralement autour de 2.000 mètres. Elle fléchit dans le Ngourou, où elle descend

[1] *Usambara und seine Nachbargebiete.* Un volume in-8°, Berlin, Reimer, 1891.

[2] *Durch Massailand zur Nilquelle.* Un volume in-8°, Berlin, Reimer, 1894.

à 1200 mètres; mais, sur les bords du Nyassa, elle se relève et atteint peut-être 3.000 mètres.

Ces montagnes jouent un rôle très important dans l'hydrographie de l'Afrique orientale : elles arrêtent une grande partie de la vapeur d'eau provenant de l'océan Indien. Le régime des pluies sur la côte est encore mal expliqué. Il y a deux saisons pluvieuses, une grande et une petite; mais elles ne coïncident pas, comme on pourrait s'y attendre, avec l'époque où souffle la mousson du nord-est. Quoi qu'il en soit, ces montagnes font certainement l'office de condensateur. C'est sur leur flanc que prennent naissance le Ouami, le Roufidji, le Rovouma, et, si le Pangani provient du Kilimandjaro, beaucoup de ses affluents se forment dans les monts de l'Ousambara. Le lit de ces fleuves contient de l'eau toute l'année, mais ils sont embarrassés de rapides, partant peu utiles à la navigation.

Le long de leurs bords et sur le flanc oriental des montagnes se développe une végétation luxuriante. Baumann décrit dans les termes suivants un coin de forêt de l'Ousambara : « Pendant des heures, on circule au milieu des troncs gigantesques, dont les couronnes de feuillage s'épanouissent à une grande hauteur. Autour d'eux serpentent de nombreuses lianes; sur eux, croissent des plantes parasites aux feuilles brillantes. Des herbes et des broussailles couvrent le sol comme d'un feutre épais, et, dans les éclaircies, elles sont presque infranchissables. La végétation est particulièrement enchanteresse au bord des ruisseaux. Des fougères arborescentes se développent sur les rives, et de fantaisistes lianes aériennes les couvrent en forme de voûte [1]. »

Dans la plaine s'étendent des savanes. Le sol

Fig. 5. — *Carte de l'Afrique orientale allemande.*

[1] *Usambara und seine Nachbargebiete*, p. 166-7.

est couvert d'herbes hautes d'un mètre, d'où surgissent des arbres isolés ou des bouquets d'arbres. Le paysage donne l'impression d'un immense parc. En certains points apparaissent aussi des steppes où les rivières coulent par intermittence, où croissent palmiers doum et acacias épineux.

Au delà des montagnes commence le plateau qui s'étend sur la plus grande partie de l'Afrique. Jusqu'au Victoria et au Tanganika, sa structure géologique est simple. Aux schistes cristallins du pays des Massaï font suite les granits de l'Ounyamouési, auxquels succèdent de nouveau des schistes cristallins dans la région dite « entre lacs ». Son altitude oscille entre 1.000 et 1.500 mètres aud-essus du niveau de la mer. Sa surface est généralement plane; cependant il s'est produit des affaissements, et des rides se sont dessinées. La plus importante de ces fissures est celle connue sous le nom de « grande faille de l'Afrique orientale ». Elle est jalonnée par les lacs Manyara et Natron, puis, au delà des limites de la colonie allemande, par les lacs Rodolphe et Stéphanie et par la dépression de l'Afar, à l'est du plateau abyssin. Elle se poursuit ensuite par le golfe d'Akaba jusqu'à la mer Morte, et forme une des importantes lignes de dislocation de l'écorce terrestre. Le rebord oriental de ce fossé n'apparaît plus nettement. Le mont Geleï, le mont Oufiomi en demeurent les seuls vestiges. Au contraire l'arête occidentale n'a pas été effacée. Un trait vigoureux et partout visible la dessine. Comme il arrive fréquemment, des manifestations volcaniques se sont produites le long de cette ligne de dislocation. Et sur le bord de la lèvre occidentale de la faille émergent les cônes du Doryongaï et du Gouroui.

Aux côtés de cette grande fissure s'en sont formées deux autres de dimensions moindres : 1° à l'est la faille du Kilimandjaro, que suit la vallée supérieure du Pangani et sur le bord de laquelle s'élève le massif d'où on l'a nommée; 2° à l'ouest la faille Wembéré, en partie occupée par le lac Eiassi. Les contours de cette faille Wembéré sont très accusés. Au nord, son rebord est extrêmement abrupt. Baumann resta stupéfait le jour où il découvrit cette échancrure du plateau. La simplicité de son récit témoigne de l'intensité de son impression :

« Le 23 mars (1892), au matin, nous nous avancions sur le plateau froid et brumeux de Neirobi, toujours à travers ces belles prairies dont le sol gras est profondément sillonné par des sentiers à bétail. A notre gauche s'élevaient des éminences gazonnées. Le pays était beau et riche, mais les collines herbeuses se succédant sans fin lui donnaient un aspect monotone. En tous cas, rien ne faisait prévoir un changement.

« Tout à coup, je remarquai, à la tête de la caravane, quelque chose d'insolite. Les porteurs déposaient leurs charges et, de leurs gestes, ils montraient le sud. Je me dirigeai rapidement vers eux et ne pus retenir un cri d'étonnement lorsque je fus arrivé sur la colline. A nos pieds s'étendait une extraordinaire fissure avec des parois abruptes et rocheuses, une faille au sens géologique, où l'on voyait littéralement qu'un morceau du plateau avait glissé de 1000 mètres. Sur le plafond de cette faille s'étendait un lac bleu (l'Eiassi), entouré de rives de sable et se confondant au sud avec l'horizon [1]. »

Ce plateau est médiocrement arrosé. Il y pleut tous les ans, mais en petite quantité. Seules les parties les plus élevées du bord occidental de la grande faille reçoivent beaucoup d'eau. Il ne faut pas encore songer à évaluer ces précipitations en chiffres. Dans l'ordre des découvertes géographiques, ce sont toujours les observations météorologiques qui sont faites les dernières. On sait déjà, cependant, qu'il n'y a pas deux saisons pluvieuses, comme sur la côte, mais une seule.

Comme tous ceux des régions tropicales, les fleuves du plateau varient beaucoup de volume selon les saisons. Mais les différences qui se manifestent dans les autres, à l'époque sèche et à l'époque humide, sont encore bien plus fortement accusées dans ceux-ci. Pendant la saison sèche, l'eau ne continue à *courir* que dans le chenal de quelques-uns d'entre eux, tels que le Mlagarasi, qui aboutit au Tanganika, le Roubana, le Mara, qui se jettent dans le lac Victoria, et dans les petits torrents qui alimentent le lac Manyara. Sans doute, ils s'appauvrissent, mais ils restent, au sens propre du mot, des *cours d'eau*. Les autres se transforment, pour la plupart, en un chapelet de lacs, où se réfugient hippopotames, crocodiles et poissons. Dans les terrains d'alluvion, qui forment d'étroites bandes au sud du Victoria, ou s'étalent au sud de l'Eiassi, il y en a même qui se dessèchent complètement. Le lit du fleuve témoigne seul de son existence. Il faut creuser le sol pour trouver de l'eau. Il existe au Sahara de semblables fleuves souterrains. Au pied de l'Atlas, « l'oued el Arab, l'oued Abiod, l'oued Djedi, renferment toute l'année, sous terre, un filet d'eau excellente, qui alimente une partie des oasis du Zab [2] ».

Dans certaines régions tropicales de l'Afrique, il y a donc des rivières analogues aux ouadi sahariennes. Ce n'est pas là une des observations les moins curieuses faites par les explorateurs.

Pendant la saison humide, l'aspect du pays change complètement : le Mlagarasi, le Mara gonflent et inondent leurs rives. Le Mara a été

[1] *Durch Massailand zur Nilquelle*, p. 34.
[2] A. Schirmer, *Le Sahara*, p. 172.

vu à deux différentes époques de l'année, en janvier (1886) par Fischer, en mai (1892) par Baumann. Dans le premier cas il contenait « un peu d'eau couleur d'argile dans un lit profond et large ». Dans le second, « il inondait ses rives et était difficile à passer ». Les marais, tronçons de fleuves séparés les uns des autres et comme égrenés pendant la saison sèche, s'unissent et se transforment en véritables cours d'eau. De l'eau coule dans les gouttières habituellement desséchées.

Les lacs qu'alimentent quelques-unes de ces rivières, subissent des fluctuations analogues. Lors de la sécheresse, l'Eiassi et le Manyara baissent considérablement. Réciproquement l'Eiassi inonde de grandes surfaces à l'époque des pluies.

La composition des roches formant le plateau a vraisemblablement une influence marquée sur ce régime. Ce n'est pas la règle dans les régions tropicales : l'hydrographie y est souvent indépendante de la géologie. Les plantes vivantes, les détritus de végétaux accumulés, forment une véritable couverture. Sous cette masse spongieuse qui arrête l'eau, il importe peu que les roches soient ou non perméables. Mais le plateau Massaï-Ounyamouési est, sinon complètement dénudé, au moins couvert d'une végétation assez maigre. Sur les parties élevées s'étendent de grasses prairies, et même, par places, des lambeaux de forêts tropicales. Mais, généralement, c'est une végétation de steppe qui domine, caractérisée par des acacias à l'est et des Cæsalpiniacées à l'ouest. Ici donc, la nature minéralogique du sol n'est pas indifférente.

Or le plateau Massaï-Ounyamouési est composé surtout de roches imperméables. L'eau tombe, coule vers les dépressions, s'accumule dans les cuvettes. Une très petite quantité s'infiltre dans le sous-sol. Les sources sont de faible débit. Les voyageurs souffrent de leur absence : « Pendant la sécheresse, l'Ounyamouési n'est guère plus facile à traverser que la steppe Massaï. Les sources donnent de l'eau mauvaise et en petite quantité. Dans les solitudes qui s'étendent entre les villages, il faut souvent, au campement, se passer d'eau [1]. » Rien ne vient donc atténuer pendant la saison sèche les terribles effets de l'évaporation. Ainsi s'expliquent les écarts de niveau que subissent rivières et lacs aux différentes époques de l'année.

La partie de l'Afrique orientale allemande située entre la rive occidentale du lac Victoria d'une part, l'extrémité nord du Tanganika, et le lac Kivou d'autre part, est de beaucoup la moins bien connue. Les renseignements recueillis sur l'orographie et le climat de cette contrée sont peu nombreux et contradictoires. On sait cependant qu'elle est traversée par une grande rivière, la Kagéra, qui doit retenir l'attention, à cause de certaines particularités de son régime et de son rôle dans l'hydrographie générale de l'Afrique.

Le caractère singulier des affluents de la Kagéra, c'est de former un type hydrographique intermédiaire entre l'eau courante et le lac, d'être, d'un mot qu'il faut créer, des rivières-marais. Chaque vallée se compose d'une succession de gradins. Chaque bief est occupé par un marais couvert de papyrus et séparé du précédent et du suivant par une ou plusieurs marches. L'eau suinte lentement au travers du réseau végétal, arrive au rapide, le franchit avec fracas, puis continue à s'écouler lentement dans le marais inférieur.

Cette forme hydrographique paraît d'ailleurs commune à tout le plateau « d'entre lacs ». Le capitaine Lugard — cet officier anglais sans scrupules qui, le 30 janvier 1892, mitrailla nos malheureux missionnaires de l'Ouganda — a aussi décrit ces rivières-marais vaseuses, couvertes de papyrus, et qui s'étalent paresseusement [1].

La Kagéra offre encore un autre intérêt. Elle représente le Nil sous sa forme primitive. Le Nil blanc résulte de la conjonction de trois groupes de cours d'eau : le premier formé par les rivières qui se jettent dans le lac Victoria, le second de celles qui aboutissent au lac Albert et dont la Semliki est de beaucoup la principale, le troisième de celles qui se réunissent dans le Bahr el Ghasal.

Or, la source d'aucun de ces cours d'eau n'est aussi éloignée du Delta que celle de la Kagéra. La source du Nil se confond donc avec la sienne.

Le 19 septembre 1892, Baumann a vu le confluent de deux petits ruisseaux dont la réunion forme la Kagéra. La montagne de près de 3.000 mètres de hauteur où ils prennent naissance, porte le nom de *Misosi ya Mouesi*, ce qui signifie *Monts de la Lune*. Le Nil viendrait donc bien des monts de la Lune. Il serait piquant que les explorations modernes aient ainsi parfaitement confirmé une des hypothèses des anciens géographes.

Il ne faudrait cependant pas exagérer l'importance de cette découverte. Elle n'est pas comparable à celle de Speke. Baumann n'a pas donné la solution d'un grand problème géographique, comme le fit Speke en 1860. Néanmoins, il est intéressant de connaître le point initial de cet immense fleuve qui se développe sur une longueur de 35 degrés et sous les formes les plus variées : rivière marécageuse d'abord, puis fleuve torrentiel dans une partie de l'ancienne province équatoriale, fleuve de plaine ensuite, et, enfin, pendant sa traversée du désert, grandiose oued saharienne dans laquelle se mirent les bouquets de palmiers.

[1] Baumann, *Durch Massailand, etc.*, p. 143.

[1] Cap. Lugard, *The rise of our East African Empire*, t. II, p. 118.

IV. — TRAVAUX DIVERS.

Dans son ouvrage intitulé *les Pyrénées* [1], M. Trutat a mis habilement à profit les travaux des géologues. L'*Aperçu de la structure géologique des Pyrénées*, de MM. de Margerie et Schrader, lui a notamment rendu grand service. Mais il a, en outre, tenu à faire œuvre de géographe. Il y a réussi, comme le prouvent ses chapitres sur les phénomènes de l'atmosphère, la flore, la faune et l'homme.

La connaissance des pays d'Europe, *Länderkunde von Europa*, cette encyclopédie à laquelle collaborent, sous la direction d'A. Kirchhoff, les géographes les plus distingués de l'Allemagne et de l'Autriche, vient de s'enrichir d'un nouveau volume [2]. Il est divisé en deux parties de longueur très inégale. Dans la première (60 pages), M. P. Lehmann traite de la *Roumanie*, étude concise, mais nerveuse. La seconde, beaucoup plus développée, a pour sujet les *Péninsules méridionales de l'Europe*. Elle est signée de M. Théobald Fischer et bien telle qu'on devait l'attendre d'un homme à qui le monde méditerranéen est si familier. Cette collection contenait déjà d'excellentes études, celle de Fr. Hahn sur la France, les Iles Britanniques et la Scandinavie, par exemple. Le nouveau volume est digne des précédents.

L'exploration de beaucoup la plus importante, accomplie l'année dernière en Afrique, est celle du comte von Gœtzen et du Dr von Prettwitz. Ces deux voyageurs ont traversé l'Afrique de l'est à l'ouest, de Pangani à l'embouchure du Congo. Ils ont découvert entre les lacs Albert-Edouard et Tanganika : un volcan en activité, le Kirunga, et un nouveau grand lac, le Kivou. En outre, l'itinéraire de MM. von Gœtzen et von Prettwitz coupe la contrée, longue de 700 kilomètres, qui s'étend de l'Arouhimi à la Loukouga, et que jamais Européen n'avait traversée avant eux. On n'a encore sur cette exploration que des renseignements très brefs, mais ils suffisent à prouver son intérêt; et il y aura certainement lieu d'y revenir.

M. Marcel Monnier a publié le récit du voyage accompli par la Commission française de délimitation dans l'arrière-pays de la Côte d'Ivoire : c'est une bonne contribution à la connaissance des pays du golfe de Guinée [3].

M. Paulitschke, déjà connu avantageusement par ses travaux sur le Soudan, a fait paraître une étude ethnographique sur les peuples de la Corne de l'Afrique, Danakil, Galla, Somali [4].

M. Wauters a essayé de faire la synthèse des faits connus, relatifs à l'orographie du Congo. Sa brochure « *le Relief du bassin du Congo et la genèse du fleuve* » [1] constitue une tentative intéressante. Ses vues sur les rapports entre le fleuve et les quatre lacs du bassin supérieur, — dont deux, Tanganika et Moero, existent encore, et deux, Djuo et Kiniatta, se sont desséchés, — sont originales.

Parmi les ouvrages relatifs à l'Asie, nous citerons les suivants : une bonne monographie de M. C. Imbault-Huart sur l'*Ile Formose* [2]; une étude de M. Naumann sur l'*Orographie du Japon* [3]; l'*Irrigation en Asie centrale* de M. Henri Moser; la publication des *Résultats scientifiques* du voyage accompli par le comte Szechenyi dans l'Asie orientale de 1877 à 1880 [4].

M. A. Bastian a terminé l'étude ethnographique qu'il avait commencée depuis plusieurs années sur les *Iles de l'Archipel Malais* [5].

En donnant comme *esquisse* son intéressant travail sur la géographie physique et économique de l'État de Californie, M. Hilgard a fait preuve d'une modestie exagérée. L'ouvrage [6] tient plus que ne promet le titre.

Un collaborateur de la *Revue*, M. Jean Brunhes, a exposé, dans une étude très solidement documentée, les efforts tentés aux États-Unis pour mettre en valeur la région dite *aride*, qui s'étend à l'ouest, depuis la zone des prairies jusqu'à la bordure littorale du Pacifique [7].

M. Ratzel a publié une nouvelle édition du second volume de son grand ouvrage sur les *États-Unis* [8]. Les races, l'expansion et l'accroissement de la population, les questions économiques, le gouvernement, l'église et l'école, la vie intellectuelle, la société : telles sont les divisions de ce volume. Avant de devenir l'ardent et fécond professeur de l'Université de Leipzig qu'il est maintenant, M. Ratzel a, dans sa jeunesse, longuement séjourné aux États-Unis. Nul n'est plus qualifié que lui pour en suivre les rapides et constantes transformations.

Henri Dehérain.

[1] Paris, J.-B. Baillière, 1893.

[2] *Länderkunde von Europa, herausgegeben unter fachmännischer Mitwirkung*, von Alfred Kirchhoff. 2er Band, 2te Hälfte. Vienne, Prague, Leipzig, 1893.

[3] *Mission Binger, France Noire* (*Côte d'Ivoire et Soudan*). Paris, Plon, 1894.

[4] *Ethnographie Nord-Ost Afrikas*. Berlin, 1893.

[1] Articles parus dans le *Mouvement géographique*, puis réunis en brochure. Bruxelles, 1894.

[2] Paris, in-4°. Leroux, 1893.

[3] Naumann, *Neue Beiträge zur Geologie und Geographie Japans*. Petermanns Mitteil. Ergz. N° 108. 1893.

[4] *Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise des Grafen Bela Szechenyi in Ost Asien*. Vienne, 1893.

[5] *Indonesien oder die Inseln des Malayischen Archipels*. Berlin, 1894.

[6] *Skizze der physikalischen und industriellen Geographie Californiens*. Verhandlungen Gesell. Erdkunde. Berlin, 1893. N°s 2 et 3.

[7] *Les irrigations dans la « Région aride » des États-Unis*. Ann. Géographie. IV, pp. 12-29.

[8] *Die Vereinigten Staaten von Amerika*. 2er Band. Politische und Wirtschaftliche Geographie. Munich, 1893.

Fig. 1. — *Fragment de la bande pelliculaire positive qui passe dans le Cinématographe.*

Article de M. Gay sur le Cinématographe de MM. A. et L. Lumière (page 633).

Revue générale des Sciences pures et appliquées, numéro du 30 juillet 1895 (page 633).

ACTUALITES

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LE CINÉMATOGRAPHE DE MM. AUGUSTE ET LOUIS LUMIÈRE

Le problème qu'ont résolu MM. A. et L. Lumière par l'invention de leur Cinématographe est celui-ci : prendre d'une scène animée un nombre très grand de photographies à des intervalles excessivement rapprochés ; tirer de ces *négatifs* autant de *positifs*, enfin projeter ceux-ci sur un écran, en faisant que les images se succèdent exactement à la même place et selon des intervalles de temps égaux à ceux qui ont séparé les poses. La durée de pose de chaque cliché est de $\frac{1}{50}$ de seconde. On prend une photographie de cette sorte à chaque $\frac{1}{15}$ de seconde. Le nombre des épreuves obtenues est de 900 par minute.

Il s'agit, les positifs étant tirés, de les projeter dans les conditions que nous venons de dire. Ce problème renferme de nombreuses difficultés qui ont pendant longtemps déjoué les efforts des chercheurs : le Cinématographe, qui les a toutes vaincues, est merveilleux de précision et de simplicité.

Aussitôt que la photographie eut fait assez de progrès pour devenir *instantanée*, les savants songèrent à l'employer dans le but de fixer des scènes fugitives qu'ils pourraient ensuite étudier longuement et méditer ; c'est ainsi qu'en 1874, M. Janssen se servit de son revolver photographique pour l'observation du passage de Vénus sur le Soleil ; M. Muybridge, de San Francisco obtint, vers la même époque, des séries de photographies d'un objet en mouvement, prises au moyen de 10 chambres noires munies d'objectifs dont les obturateurs étaient déclenchés électriquement à des intervalles convenables. Depuis cette époque, M. Marey a constamment utilisé la *chronophotographie* pour étudier la locomotion animale, le vol des oiseaux et divers phénomènes physiologiques. On sait qu'il a imaginé dans ce but un grand nombre de dispositifs fort ingénieux qui ont fait de cette branche de la photographie un très précieux auxiliaire des sciences. Parmi les travaux les plus importants dirigés dans le même sens, nous devons citer ceux de MM. Anschutz, général Sébert, Démény, Londe, etc. Tous ces auteurs se sont généralement attachés à produire des épreuves successives, en nombre relativement restreint, formant une décomposition, une *analyse* du mouvement et destinées à être étudiées séparément ou comparées les unes aux autres. On considérait, et avec raison, comme un problème dont la solution était encore lointaine, la reconstitution, la *synthèse* de ce même mouvement. Les tentatives faites dans ce sens par quelques-uns des expérimentateurs cités plus haut consistaient seulement dans la recomposition de 25 à 30 épreuves.

Tout récemment, on a vu arriver d'Amérique des appareils qu'Edison a appelés Kinétoscopes et qui montrent à des spectateurs *isolés* de longues séries d'épreuves se succédant à des intervalles très courts, réalisant ainsi cette synthèse. On voit de petites scènes animées fort curieuses et durant une demi-minute environ. Mais la bande pelliculaire sur laquelle ces scènes sont prises, étant animée d'un mouvement continu, chaque épreuve, pour donner une impression nette, ne doit être vue que pendant un temps très court : il est d'environ un sept-millième de seconde. Dans ces conditions, l'éclairement est extrêmement faible ; un objectif très lumineux est nécessaire, les scènes n'ont que peu de profondeur et se déroulent devant un fond noir ; il faut au moins trente épreuves par seconde pour donner sur la rétine une impression continue.

Le cinématographe n'a pas ces inconvénients : il permet d'abaisser le nombre des épreuves à quinze par seconde, de montrer à *toute une assemblée*, en les projetant sur un écran, des scènes animées durant près d'une minute ; la profondeur sous laquelle on peut saisir des objets mobiles n'est plus limitée et l'on arrive à représenter le mouvement des rues, des places publiques, d'une façon absolument saisissante de vérité.

MM. Lumière, avec une bonne grâce dont nous les remercions sincèrement, nous ont mis leur appareil entre les mains et nous ont donné toutes les explications que nous avons demandées.

Supposons obtenue — et nous verrons tout à l'heure par quels procédés — la bande pelliculaire positive (fig. 1, Planche ci-jointe) sur laquelle les images se présentent sous l'aspect d'une photographie ordinaire, les tons clairs étant représentés par des tons clairs, et les tons sombres par des tons sombres. Cette bande a 15 mètres de long ou plus, et 3 c. m. de large environ. Des deux côtés sont percés des trous équidistants correspondant à chaque image. Les diverses épreuves — obtenues à des intervalles de un quinzième de seconde — sont rigoureusement semblables, c'est-à-dire que, si l'on superpose deux images quelconques, les parties représentant des objets immobiles viennent coïncider exactement, et que les parties représentant des objets mobiles ont des positions dont la différence représente le mouvement accompli entre les moments où ont été tirées les deux épreuves. Cette bande P, enroulée sur elle-même (fig. 2 et fig. 3), et enfermée dans une boîte B placée au-dessus du cinématographe, est soutenue par une petite tige métallique β (fig. 2). Elle sort par une ouverture γ, descend verticalement, contourne une gorge G, remonte, passe au-dessus d'une tige ε et va s'enrouler autour d'une troisième tige T. Le mouvement de la bande est obtenu au moyen d'une manivelle M qui, par l'intermédiaire d'un système de multiplication, commande un arbre ω, (représenté par une simple ligne horizontale dans la figure 2 et vu en bout dans les figures 3 et 4). Sur cet arbre sont fixés : un système de renvois qui fait tourner la tige T (fig. 2), un excentrique triangulaire C (fig. 2, 3 et 4), un tambour V (fig. 2 et 3), un double disque D, d (fig. 2 et 3).

Les détails du mouvement de l'excentrique C qui conduit un cadre L (fig. 3, 4, 5) sont donnés par la figure 5. Si cet excentrique comprend deux portions $\mu_1\mu_2$, $\mu_3\mu_4$ de circonférence de cercle raccordées par des courbes convenables, pendant le temps qu'il passera de la position 1 à la position 2, le cadre L restera immobile, puisque la distance du point ω, aux deux côtés horizontaux est invariable ; à partir de la position 2, le cadre descend, ainsi que le montre la figure 3. Puis, pendant le temps que l'arc de cercle $\mu_1\mu_2$ mettra à glisser le long du côté horizontal inférieur, L restera de nouveau immobile pour remonter ensuite. D'autre part, en choisissant convenablement les courbes de raccord $\mu_2\mu_3$ et $\mu_4\mu_1$, on comprend que l'on puisse faire en sorte que le mouvement du cadre satisfasse à des conditions déterminées d'avance, par exemple que la vitesse, en partant de zéro, augmente très progressivement pour s'éteindre ensuite de même. Le cadre L porte deux dents α et α' (fig. 2 et fig. 3, dans la fig. 2, la dent α est seule visible) qui sont susceptibles d'un mouvement de va-et-vient suivant une direction perpendiculaire au plan de ce cadre qui leur est commu-

niqué par deux rampes RR portées par le tambour V. Cela dit, nous allons pouvoir suivre ce qui se passe pendant une révolution de l'arbre ω (fig. 2, 3, 4 et 5). Le cadre L arrive à sa position inférieure et devient immobile; les dents α et α′ sont enfoncées dans deux trous de la pellicule situés sur la même ligne horizontale; mais la rampe R commence à les ramener vers le

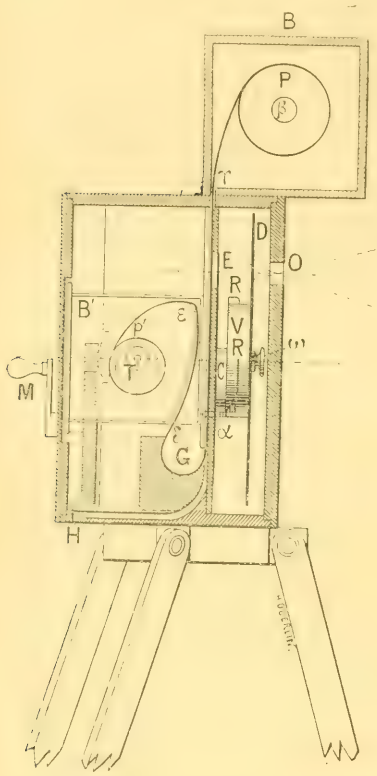


Fig. 2. — *Coupe longitudinale du cinématographe.*

P, pellicule se déroulant. — B, petite boite placée au-dessus du cinématographe. — β, tige de fer soutenant la bande P. — γ, ouverture de sortie de la pellicule. — ε, tige guide la pellicule. — T, tige sur laquelle vient s'enrouler la pellicule. — M, manivelle motrice. — ω, arbre de rotation. — C, excentrique triangulaire. — V, tambour. — D, double disque. — E, O, ouvertures servant au passage des rayons lumineux. — α, dent du cadre mobile. — δ, ouverture servant au passage de la pellicule avant son enroulement. — B′, boite dans laquelle la pellicule vient s'enrouler. — R, R, rampes portées par le tambour V. — H, ouverture servant au passage de la pellicule négative lors du tirage de la positive. — L'appareil repose sur un trépied quelconque.

tambour V de sorte qu'ils sont complètement dégagés au moment où le cadre L commence son mouvement vers le haut. Ce mouvement est tel que le cadre se déplace exactement de la quantité qui sépare deux trous, 3 et 4 par exemple, de la figure 1, de sorte qu'au moment où il s'arrête dans sa position supérieure, les dents sont rigoureusement en regard des deux trous immédiatement placés au-dessus de ceux qu'elles viennent de quitter. Pendant la nouvelle période d'immobilité, la seconde rampe R pousse les dents dans ces trous, de sorte qu'à la descente elles entraînent la pellicule. Le tambour P cède à la tension et se déroule; le tambour P′ (fig. 2), sollicité par la rotation de la tige T, s'en-

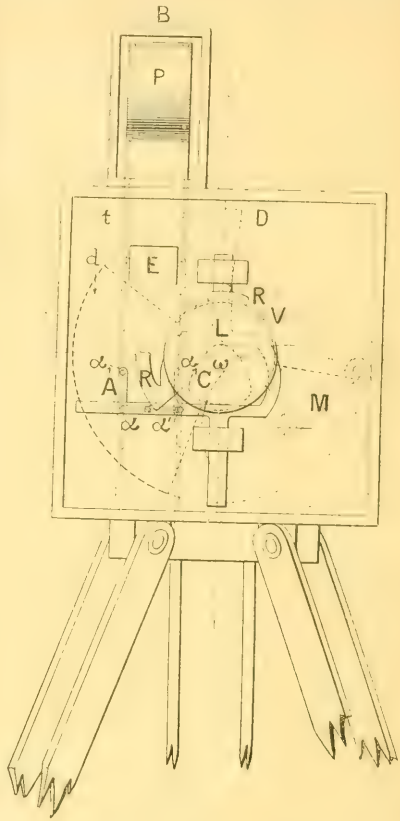


Fig. 3. — *Coupe transversale et verticale (optique).*

P, pellicule se déroulant; B, petite boite placée au-dessus du cinématographe; *t*, trou latéral de la pellicule; M, manivelle motrice; ω, arbre de rotation; C, excentrique triangulaire; V, tambour. — D, *d*, doubles disques. — E, ouverture servant au passage des rayons lumineux. — L, cadre mobile conduit par l'excentrique. — α, α′, dents portées par le cadre mobile (position inférieure); — α_1, α_1 dents (position supérieure). — A, chemin parcouru par l'une des dents. — R, R, rampes portées par le tambour V. — L'appareil repose sur un trépied quelconque.

roule, et, lorsqu'à l'immobilité suivante du cadre L les dents α et α′ quitteront encore la pellicule, une épreuve aura succédé à l'épreuve précédente devant l'ouverture E (fig. 2 et 3), située sur le trajet des rayons qui les projettent sur l'écran. Tous ces mouvements, si longs à expliquer, s'accomplissent dans l'exemple que nous avons pris au début de cet article en un quinzième de seconde. Un nouveau tour de l'arbre ω amènera une nouvelle épreuve, et ainsi de suite, à raison de 900 épreuves par minute. On se représente facilement la précision qu'il a fallu mettre dans la construction de l'appareil pour que, dans tous ces mouve-

ments, la bande pelliculaire, pourtant si délicate et qui doit pouvoir servir un grand nombre de fois, reste absolument intacte. Dans ce but, la vitesse de départ et la vitesse d'arrêt des dents, solidaires du cadre L, sont aussi progressives que possible ; le mouvement en arrière ou en avant de ces mêmes dents ne commence qu'après l'arrêt absolu de la pellicule afin de ne pas en détériorer les trous ; enfin celle-ci, avant de s'enrouler sur elle-même en P', passe par la tige supérieure ε (fig. 2).

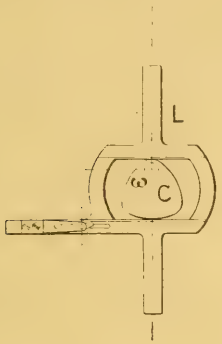


Fig. 4. — *Détails de l'excentrique et du cadre.*
ω, arbre de rotation. — C, excentrique. — L, cadre.

Voici la raison de cette disposition : lorsque la pellicule s'arrête, la tige T qui continue à tourner tend à l'entraîner et produit un effort de traction qui est d'autant moins violent — la pratique l'a démontré — qu'il s'exerce suivant une tangente plus rapprochée de l'horizontale. On s'est arrangé de manière que la tangente au tambour P' issue de ε et donnant à peu près la direction suivie par la pellicule soit horizontale à la fin de l'enroulement, c'est-à-dire lorsque la masse, successivement arrêtée et mise en mouvement, est la plus grande. Pendant l'immobilité de la pellicule, une petite plaque placée près de E et maintenue par un léger ressort (cette plaque et ce ressort ne sont pas représentés sur nos figures) l'empêche de céder à la faible traction due au mouvement de T (fig. 2). En résumé, en supposant que l'angle $\mu_1 \omega \mu_2$ (fig. 5) soit de 60° et que la courbe μ_2, μ_3 corresponde par conséquent à une rotation de 120°, nous pouvons, en commençant comme tout à l'heure au moment où le cadre L arrive à sa position inférieure, distinguer les périodes suivantes dans un tour de l'arbre ω :

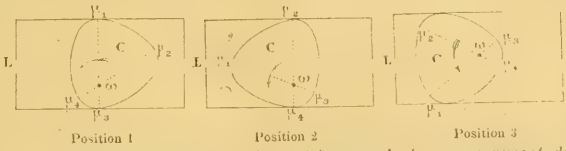


Fig. 5. — *Positions diverses de l'excentrique pendant son mouvement de rotation* — Le sens de rotation est indiqué par la flèche. — C, excentrique ; ω, arbre ; L, cadre.

1re *Période.* — Rotation de 60°. — Le cadre L est immobile ainsi que la pellicule, les dents abandonnent celle-ci.

2e *Période.* — Rotation de 120°. — Le cadre L se meut de bas en haut, la pellicule est immobile.

3e *Période.* — Rotation de 60°. — Le cadre L est immobile ainsi que la pellicule ; les dents saisissent celle-ci.

4e *Période.* — Rotation de 120°. — Le cadre L se meut de haut en bas entraînant la pellicule.

Celle-ci reste donc immobile pendant les 2/3 du temps ; elle emploie le dernier tiers à descendre. Que les rayons lumineux arrivent sur l'écran pendant les périodes d'immobilité, c'est parfait ; mais s'ils y arrivaient aussi pendant les périodes de mouvement, à l'image fixe se mêleraient des impressions dues à la descente de cette même image ; il en résulterait des traînées lumineuses correspondant aux parties claires. Il faut, par conséquent, que les rayons lumineux soient masqués pendant le dernier tiers du temps. C'est le rôle du double disque D, *d*, (fig. 2 et 3) fixé lui aussi sur l'arbre, ainsi que nous l'avons dit. Il se compose de deux segments de cercle *a ω b*, *c ω e* (fig. 6) superposés et pouvant glisser l'un sur l'autre de manière à présenter un vide *a ω c* variable à volonté. Tout le temps que les parties pleines du disque passeront devant l'ouverture E (fig. 2 et 3), les rayons projetants seront interceptés et n'arriveront pas à l'écran. On fait l'angle *a c b e* (fig. 6) égal à 120° et on s'arrange de manière que ce disque commence à passer devant l'ouverture E au moment précis où la pellicule prend son mouvement de descente. De la sorte ne sont projetées sur l'écran que des épreuves immobiles se succédant,

Fig. 6. — *Détails du double segment* D, *d*.

par exemple, au nombre de 900 par minute. A cause de la persistence des impressions lumineuses sur la rétine, l'œil n'aperçoit pas du tout les noirs qui séparent chaque projection, et, d'autre part, la lumière passant pendant les deux tiers du temps total, on n'a pas besoin d'un éclairement particulièrement fort. La résultante des impressions successives sur l'œil est une image saisissante de réalité où les différences entre les épreuves, différences dues au mouvement des personnages ou des objets pendant la pose, se traduisent par l'illusion complète d'un mouvement de la part des personnages ou des objets reproduits.

Il nous reste à expliquer comment on obtient l'épreuve négative et comment on en tire la positive. Pour la première opération, on enroule sur la tige β (fig. 2) une pellicule sensible, et une chambre noire remplace devant l'ouverture E la lanterne fournissant les rayons lumineux de l'expérience précédente. Les mouvements des organes sont les mêmes que ceux que nous venons de décrire. On prend par suite 900 photographies instantanées successives d'une même scène. La seule différence est qu'on diminue l'espace vide laissé par le double disque D *d* (fig. 2, 3, 6). Il est inutile, en effet, il serait même nuisible que l'ouverture E (fig. 2 et 3) restât démasquée pendant un temps supérieur à celui qui est nécessaire à l'obtention de l'épreuve. La boîte B' (fig. 2), dans laquelle s'enroule la pellicule, est soigneusement close.

Pour former une épreuve positive, on place sur le cinématographe une boîte B (fig. 7) pouvant contenir

deux rouleaux P et P'. P est l'épreuve négative; P'' une pellicule sensible qui va s'enrouler en P' comme dans les premières expériences, tandis qu'au contraire P, pouvant sans inconvénient être exposé à l'air, s'échappe à l'extérieur par une ouverture D. Le mouvement simul-

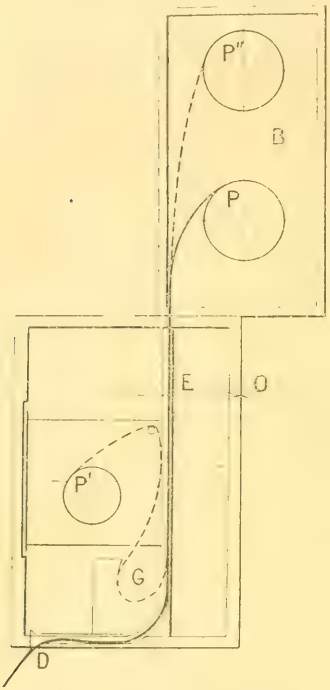


Fig. 7. — *Disposition adoptée pour le tirage des positifs.* P'', bande positive. — P, bande négative. — B, boîte contenant la bande positive et la bande négative avant le déroulement. — E, ouverture devant laquelle passent les différentes parties de la bande sensible et où elles sont soumises à l'action des rayons lumineux. — O, ouverture pratiquée dans la boîte contenant le cinématographe. — G, gorge servant de guide à la bande positive. — P', bande positive après son enroulement. — D, ouverture par laquelle sort la bande négative.

tané des deux pellicules superposées s'obtient absolument de la même façon que nous obtenions tout à l'heure celui d'une seule. La lanterne est ici supprimée comme dans le cas précédent et l'ouverture E est éclairée par des rayons directs.

Tel est dans ses détails l'appareil de MM. Lumière. On voit parfaitement quel auxiliaire précieux il sera dans l'étude des mouvements. Non seulement nous possédons le moyen de saisir ceux ci pendant leurs diverses périodes; mais nous sommes en mesure de les recomposer en faisant varier à volonté leur vitesse, l'arbre moteur étant entraîné à la main. Ils seront lents, très lents, si nous le désirons, de manière qu'aucun détail ne nous échappe; puis, dans les reproductions suivantes ils s'accélèreront de plus en plus, si nous le désirons, jusqu'à la vitesse normale. Nous aurons alors la reproduction absolument parfaite des mouvements réels. Et si quelque lecteur était tenté de croire que nous exagérons en parlant de perfection, nous en appellerions au jugement de la nombreuse assemblée qui, le 11 juillet dernier, à la *Revue générale des Sciences*, a si chaleureusement applaudi l'un des inventeurs, alors qu'il montrait son appareil et les résultats qu'il en obtient.

Ces résultats, les voici : Le cinématographe étant éclairé à la lumière électrique au moyen d'une lanterne Molteni, ses images étaient projetées sur un écran éloigné de 5 mètres. Cet écran était constitué par une toile fine et transparente, tendue dans l'embrasure d'une porte séparant deux salons. Dans l'un les spectateurs voyaient les images par réflexion; dans l'autre ces mêmes images apparaissaient avec la même netteté, mais par transparence. L'obscurité ayant été faite dans les deux pièces, voici quelques-unes des scènes qui se sont successivement déroulées sous les yeux de l'assistance :

Ce fut d'abord une séance de voltige exécutée par des cuirassiers avec toute la maestria des soldats de cette arme; puis une brimade dans une caserne, l'incendie d'une maison où l'on vit successivement les flammes gagner l'édifice, la fumée obscurcir le ciel, les pompiers arriver, asperger le bâtiment embrasé et parvenir enfin à éteindre le feu. Des forgerons, qui semblaient en chair et en os, se livrèrent ensuite à l'exercice de leur métier; on voyait le fer rougir au feu, s'allonger à mesure qu'ils le battaient, produire, quand ils le plongeaient dans l'eau, un nuage de vapeur qui s'élevait lentement dans l'air et qu'un coup de vent vint chasser tout d'un coup. C'était, suivant le mot de Fontenelle, la nature même prise sur le fait.

Une vue de Lyon, la place des Cordeliers, ne suscita pas moins l'admiration : piétons allant et venant, passant dans la rue, entrant dans les boutiques, tramways, fiacres, élégantes victorias ou grosses voitures faisant le service des maisons de commerce, circulant en tous sens. Ainsi transportés à Lyon, nous y vîmes de la même façon les ouvriers et ouvrières de MM. Lumière sortant de leurs ateliers à midi, les fillettes se garant des voitures et des bicyclistes, courant isolées ou par groupes, toutes joyeuses de se sentir, pour un temps, rendues au gai bavardage et à la liberté.

Une petite fille, représentée en grandeur naturelle, obtint un succès particulier. Elle dînait en plein air à côté de ses parents, qui la faisaient manger. Rien de plus curieux que ces petites mines de l'enfant heureuse, savourant avec toutes les grâces de son âge les friandises que son père lui offrait et rabattant de ses petites mains sa bavette soulevée par le vent. Le même bébé réjouit encore l'assistance en essayant, mais vainement, d'attraper à l'aide d'une cuiller des poissons contenus dans un bocal de verre. Mais à quoi bon prolonger ces descriptions? Ceux qui n'ont pas eu la bonne fortune d'assister à ce spectacle, dont la *Revue générale des Sciences* a offert la primeur à ses collaborateurs et amis, se représenteront difficilement qu'on puisse atteindre à une telle perfection et donner à ce point la sensation saisissante du mouvement réel et de la vie.

A. Gay,
Ancien élève de l'École Polytechnique

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Borel (Emile), *Ancien Élève de l'Ecole Normale Supérieure.* — **Sur quelques points de la Théorie des Fonctions.** *Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 *vol. in-8° de 47 pages. Gauthier-Villars et fils, imprimeurs-libraires. Paris,* 1895.

Quoique la thèse soit courte, M. Borel (et c'est son grand mérite) remue beaucoup d'idées, soulève beaucoup de questions, dont il résout quelques-unes, mais dont la plupart ne se laisseront probablement pas résoudre de sitôt. Le but est de montrer que dans l'étude des fonctions transcendantes uniformes il y a place, non seulement pour le procédé classique (développement taylorien et « continuation » des séries), mais encore pour d'autres méthodes capables de devenir fécondes. Sont introduites des fonctions de la variable complexe z :

$$\varphi(z) = \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{A_n}{(z - a_n)^{m_n}}, \qquad m_n = \text{entier positif, limité.}$$

La série représentera, *par définition*, la même fonction pour toutes les valeurs de z où la convergence subsistera.

Non seulement la définition n'est pas une tautologie (car une même expression analytique peut représenter des fonctions différentes, suivant les régions du plan où voyage la variable complexe), mais même elle donne matière à une certaine polémique. Le fait est que le plan est découpé en deux zones par une ligne L « singulière essentielle » qu'on ne peut franchir en « continuant » les séries tayloriennes. Or, M. Poincaré a construit deux fonctions « continuables » dont la somme se confond de part et d'autre de L, avec deux fonctions différentes, admettant L pour ligne singulière essentielle, mais d'ailleurs choisies arbitrairement à l'avance. Prolonger une fonction au delà d'une ligne singulière essentielle, semble ainsi une locution vide de sens. Afin de lever l'objection, M. Borel signale quelle obscurité entraîne pour la notion d'uniformité la présence d'une ligne L. La simple addition modifie l'uniformité : car on obtient quelquefois une fonction uniforme en ajoutant à une fonction uniforme une autre qui ne l'est pas.

Quoi qu'il en soit, voici quelques propriétés de $\varphi(z)$:

Deux points du plan peuvent être réunis par une infinité non dénombrable de courbes C telles que, sur chacune, $\varphi(z)$ et K des premières dérivées sont continues. Quelquefois K est infini. On peut aussi intégrer $\varphi(z)$ le long de C. Moyennant certaines conditions, φ ne peut s'évanouir dans une région du plan sans évanouir sur tout le plan.

Telle est la matière du premier chapitre. Dans le second on développe en série, pour z réel,

$$f(z) = \sum_n (A_n z^n + B_n \cos nz + C_n \sin nz)$$

toute fonction qui admet des dérivées de tout ordre. Chemin faisant, sont signalées plusieurs propositions à apparence paradoxale : $f(z)$ peut avoir, pour $z = 0$, toutes ses dérivées égales à des nombres arbitraires choisis à l'avance; la fonction représentée par une somme de séries de Taylor peut n'avoir aucun rapport avec la somme des fonctions représentées par chaque série respectivement.

Dans la conclusion, M. Borel indique l'intérêt qu'il y aurait à introduire, en Physique mathématique, pour formuler des lois expérimentales, des fonctions telles que $\varphi(z)$, ou plus généralement des fonctions définies autrement que par le développement taylorien. La nature qui, suivant le mot de Fresnel, ignore les difficultés d'analyse, se préoccupe encore moins de l'applicabilité de la série taylorienne. Cette applicabilité ne peut se déduire ni de l'expérience, ni même de l'existence *admise* des dérivées de tout ordre.

Dans la théorie des fonctions transcendantes, dès que l'on veut approfondir les choses, il ne reste presque rien qui ne soit difficile et obscur ; la défiance est de rigueur, même vis-à-vis de certaines évidences. Espérons donc que l'esprit subtil et délié dont M. Borel fait preuve dans sa thèse, l'aidera encore, dans des publications ultérieures, à jeter un peu de lumière sur cette matière souverainement délicate.

Léon Autonne.

2° Sciences physiques.

Curie (P). — **Propriétés magnétiques des corps à diverses températures.** — (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol in-8° de* 120 *pages avec* 15 *fig. Gauthier-Villars et fils, éditeurs.* 55, *quai des Grands-Augustins. Paris* 1895.

La thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris par M. P. Curie est bien le beau mémoire que l'on pouvait attendre de la part de ce physicien si distingué, de l'auteur de tant d'ingénieuses recherches et d'élégants travaux. Le sujet abordé est l'un des plus intéressants de la Physique, l'un des plus travaillés, mais aussi l'un des plus difficiles, sans doute, si l'on juge la difficulté à l'inutilité de bien des efforts : l'étude des propriétés magnétiques des corps, tant de fois abordée par l'expérience ou par la théorie, n'a pas encore fourni sur tous les points des résultats définitifs, et bien des obscurités subsistent. Au point de vue magnétique, on peut ranger les corps en trois groupes : 1° les corps diamagnétiques, ce sont la plupart des corps simples et composés ; 2° les corps faiblement magnétiques parmi lesquels se trouvent par exemple l'oxygène, le platine, les sels de fer ; 3° les corps ferromagnétiques, c'est-à-dire le fer, le nickel, le cobalt, la magnétite, l'acier, la fonte et divers alliages. Mais quelle est la valeur de cette classification? La séparation est-elle absolue entre les groupes, les phénomènes sont-ils différents dans leur essence même, ou bien au contraire n'a-t-on affaire qu'à un seul et même phénomène se manifestant de plusieurs façons? Le problème posé par Faraday n'a pas encore reçu de solution décisive; pour tâcher de le résoudre, M. Curie a pensé qu'il conviendrait d'étudier les propriétés magnétiques de divers corps dans des conditions aussi différentes que possible de température, de pression, d'intensité de champ magnétique ; il a réussi pour certains corps à faire varier la température depuis la température ambiante jusqu'à 1370°.

La méthode employée pour mesurer l'intensité d'aimantation spécifique [1], c'est-à-dire le moment magné-

[1] Le coefficient d'aimantation ainsi défini, rapporté à la *masse*, semble bien le coefficient *spécifique* du corps, celui qui donnera le mieux l'idée de sa propriété magnétique; M. Curie a été tout naturellement amené à le considérer uniquement. Il nous semble toutefois qu'à d'autres égards, le coefficient *en volume* a aussi grand intérêt; c'est lui d'ailleurs que la théorie envisage le plus souvent, c'est lui qui permettra de calculer immédiatement la *perméabilité* du milieu

tique divisé par la masse ne diffère pas en principe de celles qu'ont utilisées Becquerel et Faraday ; mais, jusque dans les détails les plus menus, les dispositifs accessoires d'une expérience, vont apparaître la rare habileté et la grande ingéniosité de l'auteur ; on ne saurait malheureusement indiquer ici toutes ces adresses et ces élégances, il faut se contenter de donner un aperçu général des procédés de mesure. Pour les corps diamagnétiques ou faiblement magnétiques, la force diamagnétisante provenant de l'aimantation du corps est insignifiante et l'on calcule aisément la valeur du coefficient d'aimantation d'un corps de petit volume placé en un point d'un champ magnétique qui n'est pas uniforme en fonction de la force agissant sur ce corps, de la valeur du champ au point considéré, et de sa dérivée dans la direction de la force. Au point de vue expérimental, il faudra donc déterminer cette force, qui est très petite, dans des conditions particulièrement difficiles, puisqu'il faudra pouvoir maintenir le corps à des températures extrêmement élevées; on a recours, pour mesurer les actions magnétiques, à la torsion d'un fil soigneusement étudié au préalable; le corps est placé en petits fragments dans une ampoule portée par une charpente en cuivre accrochée au fil de torsion, et qui soutiendra du côté opposé, d'abord une palette servant d'amortisseur, puis une aiguille portant à son extrémité un micromètre que l'on observera à l'aide d'un microscope ; les déplacements de l'ampoule se déduiront facilement de ceux du micromètre ; l'ampoule sera placée dans un petit four en porcelaine que l'on chauffera à l'aide d'un courant électrique ; ce mode de chauffage est le seul praticable eu égard à la situation de cette ampoule, qui va être placée entre les branches d'un électro-aimant et soutenue par l'équipage mobile d'une balance de torsion. Pour procéder à une détermination, il faudra connaître la température, le champ, sa dérivée et la valeur de la force agissante; la température est mesurée à l'aide d'un couple Le Chatelier soigneusement gradué, la force par le moyen de la torsion ; le champ et sa dérivée seront étudiés au préalable; il est malheureusement impossible de faire directement la mesure au moment de l'expérience ; on devra définir l'intensité du champ par le courant circulant dans les bobines de l'électro-aimant, en s'astreignant, bien entendu, à faire varier constamment le courant dans le fil suivant un cycle toujours le même. Lorsqu'une série de mesures aura été effectuée, il faudra encore recommencer les mêmes expériences avec l'ampoule vide, pour corriger les résultats obtenus de l'influence du magnétisme de l'air ambiant, en profitant de l'étude faite pour l'oxygène à différentes températures.

Malgré tous les soins, toutes les précautions prises par l'auteur, les déterminations résultant d'un si grand nombre de mesures extrêmement délicates comportent, à son avis, une incertitude de 3 ou 4 °/₀ pour les valeurs absolues de 1 à 2 °/₀ dans la comparaison des coefficients d'aimantation de deux corps différents; on pourra plutôt considérer tous les nombres donnés comme rapportés à l'eau pour laquelle on aurait adopté $0,79 \times 10^{-6}$ comme valeur du coefficient d'aimantation spécifique : aussi bien le but poursuivi était beaucoup plus une investigation générale sur la manière d'être d'un très grand nombre de corps au point de vue magnétique qu'une détermination très précise du coefficient d'aimantation pour certains d'entre eux seulement.

Les résultats obtenus par M. Curie sont dignes des peines qu'il a dû dépenser pour les obtenir, et ce n'est pas en vain qu'il sera parvenu à surmonter tant de difficultés. Des nombreuses mesures qu'il a effectuées et des nombreux nombres qui sont consignés en détail dans son mémoire, nous chercherons seulement à dégager le conséquences les plus générales et les plus importantes. Pour les corps diamagnétiques le coefficient d'aimantation spécifique est indépendant de l'intensité du champ, et généralement aussi de la température; le plus souvent aussi un changement d'état, physique ou chimique, n'a qu'une influence insignifiante sur les propriétés diamagnétiques. Ces conclusions n'ont cependant rien d'absolu, car la fusion rend pour le bismuth le coefficient jusqu'à 25 fois plus faible, et, pour le même corps, le coefficient diminue rapidement quand la température augmente. Les corps faiblement magnétiques ont aussi un coefficient d'aimantation invariable, quel que soit le champ ; mais la loi de variation a une allure hyperbolique, et, pour l'oxygène, le palladium et les sels magnétiques, comme l'avaient déjà remarqué divers auteurs, le coefficient varie sensiblement en raison inverse de la température absolue. La différence d'action de la température est donc assez tranchée pour les deux classes de corps, et M. Curie considère ce résultat comme favorable aux théories qui attribuent le magnétisme et le diamagnétisme à des causes de natures différentes. La conclusion ne s'impose pas toutefois comme une certitude, la distinction ne nous semble pas absolue, puisque, pour bien des corps magnétiques, la variation avec la température n'est pas semblable à celle que subit le palladium ou l'oxygène, et que, d'autre part, pour les diamagnétiques, le coefficient d'aimantation est souvent tellement petit que ses variations ne sauraient être déterminées d'une façon précise; aussi pensons-nous que les personnes à qui sont chères les idées d'unité et de simplicité dans les causes peuvent encore conserver au moins l'espérance de ne pas voir s'établir une séparation définitive, irrémédiable entre ces deux phénomènes : magnétisme et diamagnétisme.

Pour les corps ferro-magnétiques, M. Curie est arrivé à des résultats nouveaux et plus intéressants encore. Le calcul des expériences relatives à ce cas est plus complexe : ici l'intensité d'aimantation dépend de la forme du corps placé dans le champ magnétique, et change d'ailleurs avec la valeur du champ et la façon même dont il varie ; en se plaçant dans des conditions bien déterminées, en effectuant diverses corrections, M. Curie a pu obtenir des mesures ayant une signification tout à fait précise et ajouter ainsi un important complément au travail classique de M. Hopkinson. Tandis que cet éminent physicien avait utilisé des champs variant de 2 à 40 unités, et étudié les propriétés du fer jusqu'à la température de 770°, du nickel jusqu'à 340°, M. Curie a pu se servir de champs variant de 25 à 1.350 unités et suivre les propriétés du fer jusqu'à 1.370°. Les transformations par où passe le fer quand on le chauffe ont, comme on sait, une grande importance théorique et pratique ; les résultats obtenus par M. Curie viennent apporter une précieuse contribution à l'étude de ces transformations, objet dans ces dernières années de nombreuses et belles recherches : en plus du premier point de transformation magnétique de 745°, les expériences indiquent entre 860° et 890° une baisse très rapide et anormale des propriétés magnétiques, à 1.288° un accroissement brusque du coefficient d'aimantation. Au point de vue des propriétés générales, l'auteur arrive à un résultat des plus remarquables : il établit que les propriétés des corps ferro-magnétiques et celles des corps faiblement magnétiques sont intimement liées les unes aux autres; un corps ferro-magnétique se transforme progressivement quand on le chauffe, et prend les propriétés d'un corps faiblement magnétique. Pour la magnétite, qui ne présente pas d'anomalies, le fait est des plus nets, le coefficient d'aimantation finit même par varier sensiblement en raison inverse de la température absolue, c'est-à-dire suivant la même loi de variation que pour un corps faiblement magnétique. Convenablement interprétées, les expériences sur la fonte, sur le nickel et

---

définie comme à l'ordinaire. Il faudrait pour le connaître multiplier les nombres donnés par la densité du corps à chaque température; la dilatation étant très petite pour les solides et les liquides, les conclusions resteraient, sans doute, généralement les mêmes.

même sur le fer tendent à prouver la généralité de la conclusion.

Le mémoire se termine par un curieux rapprochement; M. Curie fait remarquer l'analogie qui existe entre la fonction qui lie l'intensité d'aimantation, la valeur du champ et la température, et la fonction qui lie la densité d'un fluide, la pression et la température; cette analogie très étroite est mise en évidence en comparant aux courbes obtenues celles qu'a tracées M. Amagat pour les fluides. L'analogie n'est pas à coup sûr une identité, et l'auteur signale lui-même quelques différences appréciables; mais le point de vue est tout à fait suggestif, inspire immédiatement l'idée de certaines expériences. La lecture de ce beau travail finit ainsi comme elle avait commencé : elle provoque une réelle admiration pour l'ingéniosité de l'auteur.

Lucien POINCARÉ.

3° Sciences naturelles.

Bordas (H.). — **Appareil glandulaire des Hyménoptères.** (*Glandes salivaires, Tube digestif, Tubes de Malphigi et Glandes venimeuses*). *Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris. — Un vol. in-8° de 360 pages, avec 11 planches hors texte. G. Masson, éditeur. Paris*, 1895.

La thèse de M. Bordas est divisée en quatre chapitres dans lesquels il étudie successivement les glandes salivaires, le tube digestif, les tubes de Malpighi et les glandes venimeuses des Hyménoptères.

Le premier chapitre est le plus important et tient, à lui seul, plus de la moitié du travail. Les glandes salivaires des Hyménoptères n'avaient, jusqu'à maintenant, fait l'objet que d'un nombre très restreint de travaux et, sauf chez les Apinés, étudiés par Schiemenz, elles étaient fort mal connues. M. Bordas a constaté chez les Hyménoptères l'existence de dix systèmes différents de glandes salivaires, situées les unes dans le thorax, les autres dans la tête ou ses appendices. On trouve en effet :

Des glandes *thoraciques*, très volumineuses, très constantes, qui sécrètent un liquide faiblement alcalin; des glandes *postcérébrales*, à sécrétion légèrement alcaline, également très constantes; des glandes *latéropharyngiennes*, qui n'existent que dans quelques groupes; des glandes *supracérébrales*, toujours très développées et dont la sécrétion, abondante, est légèrement acide; des glandes *mandibulaires* sécrétant un liquide à odeur très forte; des glandes *mandibulaires internes* qui n'existent que dans quelques familles; des glandes *sublinguales* dont la sécrétion arrive dans une excavation prébuccale, où s'accumulent les débris recueillis par la languette, et où ces débris subissent l'action de la salive avant de pénétrer dans le pharynx; des glandes *linguales* dont la sécrétion, épaisse et gluante, sert à agglutiner les substances alimentaires; des glandes *paraglossales* qui se trouvent chez les Vespidés; des glandes *maxillaires* qui n'existent que dans quelques groupes.

Les trois premiers systèmes comprennent des glandes en grappes, dont les canaux efférents offrent intérieurement un fil chitineux spiralé; les autres sont formés d'acini monocellulaires. Tous ces systèmes ne se trouvent jamais réunis chez le même type.

On peut rattacher ces diverses glandes aux six zoonites ou segments, dont l'ensemble constitue la tête des Insectes. M. Bordas établit la correspondance des glandes et des zoonites de la manière suivante :

Glandes thoraciques et postcérébrales correspondant au segment oculaire; glandes supracérébrales correspondant au segment des antennes; glandes sublinguales correspondant au segment labial; glandes mandibulaires externes et internes correspondant au segment des mandibules; glandes maxillaires correspondant au segment de la mâchoire supérieure; glandes linguales correspondant au segment de la mâchoire inférieure.

Ces dispositions compliquées contrastent avec celles observées chez les larves où les glandes salivaires sont simplement constituées par deux longs tubes spiralés.

Le deuxième chapitre du travail de M. Bordas est consacré à l'étude du tube digestif. Chez la larve cet organe consiste en un tube à parois plissées, qui se termine en cæcum à quelques millimètres de la partie postérieure du corps. A ce stade, le rectum est une simple invagination portant à son extrémité quatre longs tubes de Malpighi.

Les différentes parties du tube digestif de l'adulte restent assez constantes dans tout le groupe. Une des plus caractéristiques est l'appareil masticateur qui fait suite au jabot et qui est composé de quatre puissantes mâchoires garnies de piquants ou de dents.

Dans le troisième chapitre, M. Bordas étudie les tubes de Malpighi. Ces glandes sont de simples évaginations de l'intestin terminal. Pendant la nymphose, les tubes larvaires disparaissent et font place à ceux de l'adulte, qui sont beaucoup plus nombreux. M. Bordas étudie la structure de ces tubes, et il analyse leur contenu, qui est formé d'acide urique, d'urates de soude, de chaux et d'ammoniaque, et d'oxalate de chaux.

Le quatrième chapitre traite des glandes venimeuses. On sait que l'appareil venimeux des Hyménoptères a surtout été étudié chez l'Abeille, où l'on a reconnu la présence d'une glande acide et d'une glande alcaline; mais cet appareil a été fort peu étudié dans les autres genres, et la présence d'une glande alcaline a été niée par Carlet chez les Hyménoptères à aiguillon lisse. D'après M. Bordas, l'appareil venimeux de *tous* les Hyménoptères comprend deux et quelquefois trois glandes : la glande acide, la glande basique ou de Dufour et la glande accessoire. La première débouche dans un réservoir qui manque à la seconde; elles diffèrent aussi l'une de l'autre par leur structure histologique, la glande acide offrant un épithélium stratifié et la glande basique un épithélium à une seule couche de cellules. La glande accessoire, constituée par un petit massif granuleux, n'existe que dans quelques familles (Crabroninés, Philanthinés).

Les recherches de M. Bordas ont porté sur près de 200 espèces d'Hyménoptères appartenant à une cinquantaine de genres pris dans les principales familles de Térébrants et de Porte-aiguillons. Les conclusions qu'il en tire peuvent donc être appliquées à l'ordre tout entier. Son travail complète les notions, très sommaires en somme, que nous possédions sur les différents appareils glandulaires des Hyménoptères; en particulier l'étude qu'il a faite des glandes salivaires est très intéressante. De la lecture de son mémoire, on conserve l'impression qu'il a été écrit par un naturaliste très consciencieux, sachant observer, possédant une grande habileté manuelle et une connaissance approfondie de la technique histologique. M. Bordas a su tirer bon parti d'un sujet qui, au premier abord, pouvait paraître quelque peu restreint et assez aride, et il y a trouvé matière à une thèse intéressante et riche en faits nouveaux. Que cet exemple soit un enseignement pour les jeunes gens en quête de sujets de thèse de doctorat ès sciences; dans un groupe comme celui des Insectes, qui a déjà fait l'objet de tant de travaux et où l'organisation paraît parfois si uniforme, il y a encore bien des observations à revoir et bien des faits à découvrir. N'est-il pas étrange, en effet, de constater que c'est en 1894 seulement qu'un zoologiste, Kowalevsky, découvre, chez un Insecte aussi commun que la Locuste, une disposition aussi extraordinaire que la pénétration d'un tube de Malpighi dans le cœur? L'étude anatomique des Insectes a été, bien à tort, un peu délaissée dans ces dernières années. M. Bordas a été bien inspiré en dirigeant ses recherches dans ce sens. Son travail trouvera sa place à côté des bonnes thèses de doctorat ès sciences; il fait honneur à son auteur et au laboratoire dans lequel il a été fait.

R. KŒHLER.

4° Sciences médicales.

Mesnil (F.), *Préparateur à l'Institut Pasteur, Agrégé des Sciences naturelles.* — **Sur le mode de résistance des Vertébrés inférieurs aux invasions microbiennes artificielles** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — *1 vol. in-8° de 64 pages avec une planche en couleur. Imprimerie Charaire, 68, rue Houdan, à Sceaux*, 1895.

Le travail de M. Mesnil apporte une confirmation importante à la théorie phagocytaire de M. Metchnikoff. Plusieurs savants, tout en admettant l'ingestion et la digestion des microbes par les phagocytes, faits absolument incontestables, ont prétendu que ces phénomènes jouaient un rôle peu ou pas important dans le mécanisme de l'immunité, en soutenant que les microbes englobés étaient préalablement morts, et que les phagocytes remplissaient seulement la fonction de nécrophages; ces auteurs attribuaient le rôle principal dans l'immunité à des substances bactéricides existant dans les humeurs, substances auxquelles ils ont fini par accorder cependant une origine leucocytaire quand ils n'ont plus pu nier l'importance de ces éléments histologiques dans la résistance de l'organisme aux invasions microbiennes. Devant l'impossibilité évidente de persister dans cette voie de la théorie bactéricide des humeurs, les adversaires de M. Metchnikoff ont imaginé une nouvelle théorie de l'*atténuation de la virulence* des bactéries sous l'influence directe des humeurs. M. Mesnil s'est appliqué à démontrer que, chez les animaux dont il s'est occupé, les microbes du charbon et de la septicémie des souris sont englobés par les phagocytes *à l'état vivant et virulent*, et sont détruits par ces phagocytes, qui jouent ainsi un rôle effectif dans le mécanisme de l'immunité. L'auteur s'est adressé pour son étude aux Vertébrés à température variable, qui présentent, à cet égard, plusieurs avantages : d'abord, les phénomènes sont plus lents et plus faciles à analyser que chez les Mammifères; ensuite, les phénomènes de réaction à l'invasion microbienne peuvent varier avec la température de l'expérience; enfin, les espèces cellulaires qui peuvent jouer un rôle microbicide sont plus simples.

C'est ainsi que chez la Perche, par exemple, qui n'a dans le sang que deux espèces de leucocytes, une seule espèce de ces leucocytes se trouve dans l'exsudat du point d'inoculation, et c'est naturellement cette espèce qui est douée de propriétés phagocytaires. La Perche ne contient pas de *leucocytes à granulations*, et cela est important, car MM. Kanthack et Hardy ont essayé de prouver que : chez la Grenouille, les microbes ne sont englobés par les leucocytes ordinaires qu'après avoir été tués par une sécrétion spéciale provenant des leucocytes à granulations ou éosinophiles. De l'absence de ces éléments chez la Perche et chez d'autres Téléostéens, de leur rareté chez les autres Poissons, M. Mesnil conclut qu'on ne saurait leur attribuer un rôle dans la destruction des bactéries.

Il démontre, d'ailleurs, que la lymphe des Poissons ne présente ni propriétés bactéricides, ni propriétés atténuantes; il fait cette démonstration *in vitro* et *in vivo*, certains auteurs ayant tiré du seul examen *in vitro* des conclusions erronées. Les bactéridies charbonneuses, introduites dans le corps d'un poisson, sont donc ingérées à l'état vivant et virulent par les leucocytes, dans lesquels on constate leur destruction, *et c'est bien, grâce au processus phagocytaire, au sens où l'entend M. Metchnikoff, que les Poissons sont réfractaires au charbon.* Chez la Grenouille, M. Mesnil établit la même chose pour le charbon; pour la septicémie des souris, il démontre que M. Lubarsh a admis à tort une action chimiotactique et une action phagocytaire presque nulles, et que, en réalité, la Grenouille se comporte, vis-à-vis de cette maladie, absolument de la même manière que vis-à-vis du charbon.

Au point de vue de l'action de la chaleur, l'auteur reconnaît, après M. Lubarsh, qu'à 35°, les Grenouilles meurent de la même façon, qu'elles soient ou non inoculées avec du charbon; les *Rana esculenta* ne meurent pas; les *Rana temporaria* meurent au bout d'un temps variant de douze heures à quatre jours, à moins qu'on les acclimate peu à peu à cette température. Pour cette dernière espèce, lorsque la mort survient au bout de deux ou trois jours, les phagocytes perdent leur propriété phagocytaire au moment de l'agonie avant que tous les microbes aient été détruits, et alors les microbes encore vivants se développent abondamment dans le sang et les organes, car la lymphe des Grenouilles n'a pas plus de propriétés bactéricides ou atténuantes à 35° qu'à la température ordinaire. Ce serait une erreur de croire que l'animal a succombé au charbon dans ces conditions, parce qu'on trouve à son intérieur une culture de charbon généralisée.

M. Mesnil montre encore, chez la Grenouille, qu'il y a ingestion très rapide des microbes inoculés directement dans le sang; le phénomène se produit cependant moins vite que chez les Mammifères; au contraire, l'ingestion est beaucoup plus tardive quand l'inoculation est faite dans le sac dorsal. M. Gabritchewsky a montré, d'ailleurs, que les propriétés chimiotactiques des leucocytes de la Grenouille sont bien moins puissantes que celles des globules blancs du lapin.

Les cellules endothéliales du foie jouent un rôle très considérable dans la destruction des microbes, tandis que la rate n'a, à peu près, aucune action; or les leucocytes éosinophiles se rencontrent en bien plus grande quantité dans la rate que dans le foie, ce qui tend à prouver leur peu d'importance à ce point de vue. L'auteur établit cependant que ces leucocytes, chez la Grenouille et le Lézard, sont doués de chimiotaxie positive (moindre que celle des leucocytes ordinaires) et peuvent englober et digérer des microbes (au moins en partie). Il n'admet pas le rôle bactéricide par sécrétion extracellulaire que leur attribuent MM. Kanthack et Hardy. Pour ce qui est de la provenance des granulations qu'on observe dans ces leucocytes, M. Mesnil admet absolument leur origine extracellulaire; il a vu, avec la plus grande netteté, la transformation de microbes ingérés en granulations éosinophiles chez les *Lacerta viridis*. M. Metchnikoff avait déjà vu des vibrions devenir éosinophiles après ingestion par les phagocytes de cobayes vaccinés contre le choléra. L'auteur pense que les granulations éosinophiles sont des matières de réserve.

Félix Le Dantec.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 532e livraisons. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Lamirault et Cie, 61, rue de Rennes.*

La 532e livraison renferme une étude sur la *linguistique* par M. Julien Vinson; la description du *lion* par M. le Dr Trouessart; un article sur les fleurs du *lis* dans l'art héraldique par M. Gourdon de Genouillac; une monographie de la ville de *Lisbonne* avec le plan et les vues des principaux monuments, due à M. A. M. Berthelot; des articles sur le *lithium*, par M. C. Matignon et sur la *lithographie*, par M. B. Gausseron.

Beauregard (H.), *Assistant au Muséum.* — **Nos bêtes. Animaux utiles et nuisibles.** — *Ouvrage paraissant en livraisons les 5 et 20 de chaque mois. Chaque livraison, contenant 8 pages de texte et une planche en couleurs, est vendue 90 centimes. A. Colin, éditeur, 5, rue de Mézières. Paris*, 1895.

Les dernières livraisons parues renferment la description de la *chouette*, du *hibou*, de la *pie-grièche*, du *traquet*, de la *bergeronnette*, du *rouge gorge*, du *gobe-mouche*, de l'*hirondelle*, du *flamant*, etc., du *lézard*, de l'*orvet*, de la *couleuvre*, de la *grenouille*, du *crapaud* et de la *salamandre*.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 Juin 1895.

M. le Président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. **Verneuil**, membre de la Section de Médecine et de Chirurgie. — L'Académie présente, au Ministre de l'instruction publique, en première ligne, M. **Bouvier**; en seconde ligne, M. **Brongniart**, pour la chaire d'Entomologie vacante au Muséum d'Histoire naturelle. — M. **Newcomb** est élu Associé étranger, en remplacement de M. von Helmholtz. — M. **Backlund** est nommé Correspondant dans la Section d'Astronomie, en remplacement de M. R. Wolf. — M. **Kowalewsky** est nommé Correspondant dans la Section d'Anatomie et de Zoologie, en remplacement de M. Cotteau.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Boussinesq** fait une communication sur la forme nécessairement pendulaire des déplacements dans la houle de mer, même quand on ne néglige plus les termes non linéaires des équations du mouvement. Les lois de Gerstner sont donc celles de toute houle cylindrique simple où s'observe l'évanouissement asymptotique du mouvement aux grandes profondeurs, du moins quand les déplacements ont d'assez faibles amplitudes. — M. **F. Roguel** soumet au jugement de l'Académie un mémoire intitulé : Sur quelques relations numériques.

2° Sciences physiques. — M. **Janssen**, par de nouvelles observations faites dans le Sahara algérien, a vérifié que la loi, suivant laquelle le pouvoir absorbant de l'oxygène pour la lumière s'exerce à l'égard des bandes non résolubles de son spectre, est bien celle qu'il avait déjà indiquée, c'est-à-dire que le pouvoir absorbant du gaz oxygène, relativement à ces bandes, est proportionnel à l'épaisseur de la masse gazeuse multipliée par le carré de la densité. — M. **Deslandres** a découvert une troisième radiation permanente de l'atmosphère solaire ($\lambda = 706,55$) dans le spectre du gaz de la clévéite. — M. **C. Lagrange** a fait, pendant les trois dernières années, à l'Observatoire de Bruxelles, des observations comparées de déclinomètres à moments magnétiques différents. Les différences de déclinaison qui se présentent ont un caractère systématique; on retrouve, modifiées en amplitude, les mêmes ondulations; mais, ce qui est remarquable, ces ondulations sont amplifiées par la diminution (dans certaines limites) du magnétisme des appareils. — M. **Berthelot**, en poursuivant ses recherches sur l'argon, a été conduit à reconnaître la combinaison directe, en présence du mercure et sous l'influence d'effluve ou d'étincelles électriques, de l'azote libre avec les éléments du sulfure de carbone. On a probablement :

$$2CS^2 + 2Az + Hg = (CS^2Az)^2Hg$$

M. **Berthelot** a également, dans les mêmes conditions, constaté la combinaison de l'argon avec le sulfure de carbone. Le produit obtenu, soumis à l'action de la chaleur, s'est décomposé en ses éléments. Cette expérience capitale démontre que l'argon peut entrer dans une combinaison et en être régénéré avec ses propriétés initiales. — M. **H. Moissan** est parvenu à préparer le molybdène pur. Il chauffe dans un four Perrot du molybdate d'ammonium pur, réduit en poudre, qui se transforme alors en oxyde MoO^2; cet oxyde, additionné de charbon de sucre en poudre, et soumis pendant 6 minutes à l'action calorifique de l'arc voltaïque, donne le molybdène pur. Si l'opération dure plus longtemps, il se produit une fonte de molybdène, très dure et cassante; s'il y a un excès de charbon, il se forme un carbure de molybdène Mo^2C. Le molybdène, à l'état pur, a une densité de 9,01; il est aussi malléable que le fer; il brûle dans l'oxygène pur; il est attaqué par le chlorate et le nitrate de potassium en fusion. — M. **A. Haller** a étudié l'action de l'isocyanate de phénile sur les acides camphorique, carboxylcamphorique et phtaliques. Le premier se comporte comme les acides monocarboxylés; avec le second on obtient une dianilide. L'acide isophtalique fournit aussi une dianilide; l'acide téréphtalique ne réagit pas. — M. **Recoura** a démontré l'existence de deux variétés d'hydrate chromique différant entre elles par leur capacité de saturation par les acides; l'une, l'hydrate chromique normal, peut fixer six molécules d'acide chlorhydrique; l'autre, l'hydrate chromique précipité des dissolutions vertes, n'en fixe que quatre; or, le fait de dissoudre l'hydrate chromique dans une lessive alcaline a pour effet de diminuer sa capacité de saturation par les acides, et cela d'autant plus que la dissolution a été plus prolongée. — M. **Tassilly** a préparé de nouvelles combinaisons halogénées basiques des métaux alcalino-terreux : un oxybromure de strontium, $SrBr^2,SrO,9H^2O$; un oxyiodure de strontium, $2SrI^2,5SrO,30H^2O$; un oxybromure de baryum, $BaBr^2,BaO,5H^2O$; un oxyiodure de baryum, $BaI^2,BaO,9H_2O$. — MM. **A. Joly** et **E. Leidié** ont préparé l'azotite double de potassium et d'iridium et l'ont décomposé par la chaleur; la réaction peut s'exprimer par la formule :

$$3[Ir^2(AzO^2)^{12}K^6] = (IrO)^6O^5(OK^2) + 8AzO^2K + 8AzO^2K + 19AzO + Az.$$

A une température un peu élevée, on obtient le sel $12IrO^2,K^2O$. — M. **L. A. Hallopeau**, en versant goutte à goutte de l'ammoniaque en excès dans une solution froide et concentrée de paratungstate de soude :

$$12TuO^3, 5Na^2O + 28H^2O,$$

a obtenu un abondant précipité cristallisé de tungstate ammoniaco-sodique :

$$16TuO^3, 3Na^2O, 3(AzH^4)^2O + 22H^2O;$$

les eaux-mères laissent, par concentration, déposer un second précipité de paratungstate ammoniaco-sodique :

$$12TuO^3, 4Na^2O, (AzH^4)^2O + 25H^2O.$$

MM. **Ph. A. Guye** et **A. P. do Amaral** ont étudié le pouvoir rotatoire de quelques dérivés amyliques à l'état liquide et à l'état de vapeur. A l'état liquide, le pouvoir rotatoire diminue en général avec l'élévation de température. Les corps non polymérisés à l'état liquide ont des pouvoirs rotatoires un peu plus faibles à l'état gazeux qu'à l'état liquide, à l'exception de l'aldéhyde valérique. Les corps à molécules polymérisées ont à peu près le même pouvoir sous les deux états. — M. **J. W. Pickering** confirme les expériences de M. Grimaux relatives à la synthèse de trois colloïdes, à leur propriété de coaguler le sang et à leur digestibilité. — M. **Ch. V. Zenger** signale de nouveau la coïncidence des perturbations magnétiques avec de forts mouvements sismiques. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Crotte** adresse une note relative à l'emploi de l'aldéhyde formique pour la guérison de la phtisie. — M. **de Launay** signale un nouveau gisement de cipolin dans les terrains archéens du Plateau central. — MM. **Kilian et Penck**, dans une étude sur les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires du bassin de la Durance, montrent qu'une série de trois glaciations est intervenue dans ce bassin. — M. **Haug**

montre la coexistence, dans le bassin de la Durance, de deux systèmes de plis conjugués d'âge différent. — M. **Nolan** étudie le Jurassique et le Crétacé des îles Baléares. — MM. **Revil et Douxami** fournissent des documents sur le Miocène de la vallée de Novalaise. — M. **Dastre**, dans ses recherches sur le sucre et le glycogène de la lymphe, montre que celle-ci contient une quantité appréciable de glycogène, que ce dernier est détruit par la lymphe, en moins de 24 heures, par un ferment (lymphodiastase) et que le glycogène paraît entièrement fixé sur les éléments figurés et absent du plasma liquide. — M. **Lecercle** montre les modifications de la chaleur rayonnée par la peau sous l'influence des courants continus. — M. **Charles Henry** démontre, à l'aide d'un nouveau pupillomètre, l'action directe de la lumière sur l'iris. — M. **Delbet** fait la démonstration complète de la nature infectieuse du lymphadénome à l'aide de la reproduction expérimentale par l'inoculation de cultures pures d'un bacille particulier. — M. **Gibier** a pratiqué la sérothérapie dans le cancer. — M. **Venukoff** envoie la description de l'île de Kildine et de ses particularités hydrologiques. J. Martin.

Séance du 24 Juin 1895.

M. **Fuchs** est nommé Correspondant dans la Section de Géométrie en remplacement de M. Weierstrass. — M. **Nansen** est nommé Correspondant dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. Nordenskiöld. — M. **Laveran** est nommé Correspondant dans la Section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de M. Hannover.

1° Sciences mathématiques. — M. **Martinet** adresse les énoncés et la démonstration de plusieurs théorèmes relatifs à la théorie des nombres. — M. **J. Boussinesq** présente un travail dont le but est de déterminer, pour le cas particulièrement intéressant d'une houle de haute mer, les variations de la demi-hauteur H des vagues avec leur distance à la région où elles naissent par l'effet, soit de coups de vent, soit d'impulsions périodiques quelconques, et en outre de montrer comment l'agitation confuse, due à un mélange de houles de diverses longueurs produites en un même lieu, se simplifie dans les régions assez éloignées de ce lieu, par le fait de la longévité ou grande persistance de la plus longue des houles données, comparativement aux autres, et de l'extinction relativement très rapide de toutes celles-ci. — M. **Ludwig Schlesinger** communique une note sur l'intégration des équations linéaires à l'aide des intégrales définies.

2° Sciences physiques. — M. **G. Maneuvrier** a repris la détermination du rapport des deux chaleurs spécifiques de l'air par la méthode de Clément et Desormes, modifiée de façon à maintenir la constance de la température et de la pression ambiantes et à réaliser exactement l'adiabatisme de la transformation. Les calculs sont faits pour des gaz réels et non pour des gaz parfaits. L'auteur donne la description de l'appareil utilisé dans le cas des trois gaz : air, acide carbonique et hydrogène. — MM. **J. Violle** et **Vautier** ont fait de nouvelles expériences sur la propagation du son dans un tuyau cylindrique de 3 mètres de diamètre et de 3 kilomètres de longueur. Le son conserve ses qualités acoustiques à de grandes distances, c'est-à-dire sa portée. Les harmoniques s'éteignent avant le son fondamental et se séparent nettement de ce son ; il en résulte que le son acquiert, après un certain parcours, un caractère musical spécial. — M. **Adolphe Borel** a étudié la réfraction et la dispersion des radiations ultraviolettes dans quelques substances cristallisées monoréfringentes : le sel gemme, le chlorate de soude, l'alun sulfurique d'alumine et de potasse. — M. **Faurie** a défini autrefois l'écrouissage par la différence F—R donnée par l'équation :

$$F - R = K \frac{l}{L + \alpha l}$$

où R est la force par mm² de la section primitive par laquelle commencent les déformations permanentes, F la force par mm² de la section actuelle qui produit sur la longueur L du barreau de preuve l'allongement permanent l, et enfin K et α deux constantes dépendant de la nature et de l'état du métal. L'auteur est arrivé depuis à la conclusion importante, que K était proportionnel à α, ce qui fournit la formule nouvelle :

$$F - R = \alpha \frac{l}{\frac{L}{\alpha} + l}, \quad \alpha\alpha = K.$$

M. **Ch. Fremont** a fait l'étude expérimentale du poinçonnage; ses conclusions sont les suivantes : 1° l'effort maximum dans le poinçonnage est indépendant du jeu dans les conditions habituelles de la pratique industrielles ; 2° le jeu est fonction de l'épaisseur du métal à poinçonner et non pas du diamètre du poinçon ; 3° ce jeu est aussi fonction de l'allongement du métal, mais en moindre proportion ; 4° ce jeu doit être environ 1/5 de l'épaisseur du métal à poinçonner. — M. **Berthelot** a étudié d'une façon plus approfondie les conditions de la combinaison de l'argon avec la benzine sous l'influence de l'effluve électrique et celle de la fluorescence spéciale qui l'accompagne. La combinaison s'accomplit avec le concours du mercure qui y intervient sous forme de composé volatil. La fluorescence actuelle n'est pas la même que celle de l'aurore boréale, cependant son développement et le rapprochement des raies qui précèdent établissent une relation probable entre le météore et l'existence de l'argon dans l'atmosphère. Il se produit dans la réaction un équilibre complexe entre les composants. — MM. **Berthelot** et **Rivals** ont déterminé la chaleur de combustion des lactones ou olides campholéniques de M. Béhal. Ces lactones ont des chaleurs de formation notablement plus fortes que celles des acides isomères. — M. **Berthelot** a mesuré les chaleurs de dissolution et de neutralisation des acides campholéniques. — M. **Henri Moissan** établit que, sous l'action de l'arc électrique, la silice est réduite par le charbon et fournit du silicium, et si la température n'est pas trop élevée, une partie du silicium peut échapper à l'action du carbone et se retrouver sous forme de globules ou de cristaux fondus. La vapeur de silicium refroidie au moment de sa production peut se condenser. On a ainsi un nouveau procédé de préparation du silicium. — M. **C. Friedel** fait quelques réserves sur les conclusions de MM. Barbier et Bouveault relatives aux produits de condensation de l'aldéhyde valérique sous l'action de la soude étendue soit aqueuse, soit alcoolique. — MM. **Villard** et **Jarry** ont déterminé le point de fusion et les propriétés optiques de l'acide carbonique solide. La vapeur émise par la neige carbonique possède, à —79°, une force élastique égale à la pression atmosphérique. Contrairement à ce qui a été affirmé, l'éther mélangé à la neige carbonique n'en abaisse pas la température. Sous un vide de 5 mm. de mercure, le thermomètre, plongé dans la neige, descend jusqu'à —125°, ce qui permet de liquéfier l'oxygène. — M. **A. Colson** persiste à penser que non seulement la formule de Guye, donnant le pouvoir rotatoire, n'est pas fondée, mais que le sens de ce pouvoir ne sera pas indiqué d'une façon satisfaisante par une formule basée uniquement sur des hypothèses chimiques. — MM. **G. Bouchardat** et **Tardy** ont étudié les dérivés d'un térébenthène droit, l'eucalyptène, contenu dans l'essence d'*Eucalyptus globulus*. Les auteurs concluent qu'il sera peut-être possible d'établir que les carbures extraits de divers térébenthènes naturels ne sont que des mélanges de deux térébenthènes actifs, droit et gauche, se rencontrant souvent en proportion variable. — MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault** donnent la préparation de deux acétones obtenues dans la condensation d'aldéhydes à une liaison éthylénique avec la diméthylcétone; les acétones formées avec l'acétone et la méthylacroléine d'une part, l'α isopropyl-β-isobutylacroléine d'autre part,

se transforment par voie de déshydratation en deux hydrocarbures aromatiques, le pseudocumène et métaisopropylcymène. — M. **G. Perrier** a pu obtenir trois combinaisons différentes formées par le chlorure d'aluminium avec chaque nitrile appartenant, soit à la série grasse, soit à la série aromatique. La composition du produit obtenu dépend dans chaque cas des conditions de l'expérience. Les expériences sont moins nettes avec le cyanogène qu'avec les autres nitriles. — M. **V. Martinaud** a étudié l'action de l'air sur le moût de raisin à l'abri de toute fermentation; il formule ainsi ses conclusions : 1° De tous les éléments du moût, le plus oxydable est la matière colorante rouge soluble. 2° Dans les raisins du type du Petit-Bouschet, il existe une matière colorante oxydable par l'air, et une qui l'est moins ou pas du tout et qui n'empêche pas l'action de l'air de se poursuivre sur les autres éléments du moût. 3° Le bouquet du vin est non seulement dû aux bouquets qui existent tout formés dans le raisin, à ceux développés pendant la fermentation, mais aussi, pour quelques variétés, à l'oxydation des éléments contenus dans le moût. 4° La coloration des vins blancs et leur goût de madère sont dus à une oxydation du moût et ne proviennent pas de la fermentation. 5° Il est possible de préparer des vins blancs avec des raisins noirs en extrayant la totalité du liquide qu'ils peuvent donner et soumettant celui-ci aux opérations suivantes avant de faire fermenter : refroidissement et arrêter les fermentations, aération pour précipiter la matière colorante et enfin filtration du liquide pour empêcher une recoloration pendant la fermentation. — M. **Balland** établit que le blé se conserve longtemps avec ses qualités sans éprouver de modifications sensibles dans sa composition chimique; la farine au contraire se modifie rapidement. Il y aurait intérêt à augmenter considérablement les approvisionnements de blé destinés aux armées de terre et de mer et à diminuer d'autant les réserves en farines. — M. **Kilian** communique les observations sismiques faites à Grenoble le 14 avril 1895, ainsi que les expériences entreprises pour s'assurer de la valeur de ces observations. — M. **Fouqué** ajoute quelques remarques sur les observations de M. Kilian. — MM. **André Delebecque** et **Alexandre Le Royer** ont déterminé la quantité de gaz dissous au fond du lac de Genève. La quantité de gaz dissous dans l'eau du lac est indépendante de la pression de cette eau; elle tend à être légèrement plus grande dans les profondeurs qu'à la surface à cause de l'abaissement de température. — M. **A. Poincaré** conclut de l'examen des observations météorologiques faites en 1883 que le déplacement des points de rupture de la ceinture des calmes, dans la distribution des pressions entre les méridiens de la zone de 10° à 30° de latitude, est sous la dépendance de la révolution diurne et de la révolution synodique de la lune. Les effets de passage au périgée et à l'apogée varient beaucoup avec la situation et la marche de la trace de la lune. C. MATIGNON.

1° SCIENCES NATURELLES. — M. **Vayssière** met en relief le dimorphisme sexuel des Nautiles par l'examen d'un certain nombre de coquilles; on constate que l'ouverture est large, arrondie chez les mâles et comprimée chez les femelles; le dernier tour de la coquille est plus renflé chez les mâles. — M. **Charles Henry** étudie les variations de l'éclat apparent avec la distance et la loi de ces variations en fonction de l'intensité lumineuse. — M. **Calmette**, dans une note au sujet du traitement des morsures de serpents venimeux par le chlorure de chaux et par le sérum antivenimeux, réfute un certain nombre d'opinions prêtées à l'auteur par MM. Phisalix et Bertrand. Il fournit quelques données montrant l'utilité pratique du chlorure de chaux pour détruire le venin. J. MARTIN.

Séance du 1er Juillet 1895.

M. le Président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. **Huxley**, correspondant pour la Section d'Anatomie et de Zoologie. — MM. **Schwarz**, **Muller** et **Engelmann**, sont élus Correspondants dans les Sections de Géométrie, Botanique et Médecine, en remplacement de MM. Neumann, Pringsheim et Carl Ludwig.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Emile Picard**, qui a démontré antérieurement qu'une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre, et à deux variables indépendantes, dont les coefficients sont des fonctions analytiques des deux variables réelles x et y, a toutes ses intégrales analytiques dans une région du plan (x, y) où les caractéristiques sont imaginaires, généralise cette proposition en considérant une équation aux dérivées partielles d'ordre quelconque, le nombre des variables étant toujours égal à deux. — M. **J. Boussinesq**, continuant l'étude de la formation de la houle de mer, donne les lois d'extinction d'une houle simple en haute mer. Le coefficient d'extinction (avec la distance) d'une houle simple est inversement proportionnel à la cinquième puissance de sa demi-période ou à la puissance $\frac{5}{2}$ de la longueur de ses vagues. — M. **Cosserat** énonce la propriété suivante : Les surfaces pour lesquelles le problème de la recherche des courbes tracées sur une surface, et dont la sphère osculatrice est tangente en chaque point à la surface, admet une intégrale entière homogène du premier degré, sont celles pour lesquelles toutes les lignes de courbure sont des cercles géodésiques; la cyclide de Dupin et les surfaces, telles que le tore, dans lesquelles elle peut dégénérer, sont les surfaces pour lesquelles il existe une infinité de pareilles intégrales. — M. **Etienne Delassus** démontre plusieurs propositions concernant les équations linéaires aux dérivées partielles, et en déduit les théorèmes suivants : 1° Toute singularité d'une équation $F = 0$, distincte de ses singularités fixes et située dans une région où F a ses caractéristiques réelles, est de première catégorie. 2° Dans une région où toutes les caractéristiques sont imaginaires, les singularités mobiles des intégrales analytiques ont lieu le long de lignes quelconques, et sont forcément de seconde catégorie. — M. **Alf. Guldberg** fait quelques remarques concernant les fonctions qui possèdent la même propriété que le multiplicateur d'Euler, utilisé pour l'intégration des équations différentielles ordinaires, et qui permettent de transformer l'équation différentielle donnée en une équation aux différentielles totales complètement intégrable. —

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **Schrader** donne la description d'un nouvel instrument (tachéographe) servant au tracé et au levé direct du terrain, sans aucune construction, par le seul fait de la transformation mécanique de chaque visée en ses deux coordonnées, horizontale et verticale. Les résultats obtenus indiquent un degré de précision supérieur à celui qu'on demande généralement à ce genre d'appareils; l'erreur d'estime varie entre $\frac{1}{2000}$ et $\frac{1}{5000}$ de la distance. — M. **Fréd. Hesselgren** soumet un mémoire sur une gamme musicale à sons fixes basée sur la vraie gamme naturelle. — MM. **Lœwy** et **Puiseux** font une longue communication sur les photographies de la lune prises à l'aide du grand équatorial et amplifiées par M. Weinek; ils insistent beaucoup sur les procédés à suivre pour tirer des clichés photographiques des conclusions à l'abri de toute critique. Un seul cliché, pris le 14 mars, donne 67 cratères nouveaux non douteux. — MM. **J. Violle** et **Th. Vauthier** énoncent quelques-uns des résultats obtenus dans leur étude sur la propagation du son dans un tuyau cylindrique de 3 mètres de diamètre. Les sons fondamentaux présentent des différences considérables quant à la longueur du trajet au bout duquel ils cessent d'être perceptibles à l'oreille. La portée des sons fournis par les instruments usuels diminue notablement des notes graves aux notes élevées. Dans tous les cas, l'altération du timbre précède l'extinction du son. A partir d'un certain trajet, un train d'onde perd son caractère musical; la destruction est d'autant plus rapide que le son est plus aigu et

plus intense. — M. **Gouy** établit que les forces apparentes qui s'exercent entre des conducteurs de charges données, dans un diélectrique liquide, résultent : 1° de leurs attractions et répulsions mutuelles, qui sont les mêmes que dans le vide; 2° de la pression hydrostatique, produite par la force qui attire la diélectrique dans le sens où l'intensité du champ s'accroît le plus vite. Cette pression hydrostatique paraît jouer un rôle essentiel dans certains phénomènes tels que la contraction électrique des gaz, ou la tension maximum des vapeurs dans le champ électrique. — M. **Bordier** donne une nouvelle méthode de mesure des capacités électriques basée sur la sensibilité de la peau. — M. **Louis Bruner** a comparé directement les solubilités de l'hyposulfite de soude solide et surfondu dans l'alcool plus ou moins étendu, et reconnu que la solubilité du sel surfondu est régulièrement plus grande que la solubilité du corps solide, comme la théorie le prévoit. Le même auteur a déterminé la chaleur spécifique des sels surfondus; la courbe des chaleurs spécifiques présente, au voisinage du point de fusion, un maximum très sensible. — M. **Ad. Carnot** expose un nouveau procédé de dosage de petites quantités d'arsenic. La méthode consiste à précipiter l'arsenic à l'état de sulfure, puis à transformer celui-ci par l'ammoniaque, le nitrate d'argent et l'eau oxygénée en acide arsénique, qui est lui-même dosé ensuite sous forme d'arséniate de bismuth, composé bien insoluble dans l'acide azotique étendu et dont le poids est près de cinq fois égal à celui de l'élément à doser. Les écarts sont inférieurs à 0mg.05. — M. **Dehérain** a étudié les quantités d'air et d'eau contenues dans les mottes de terre, dans le but de reconnaître les causes auxquelles il faut attribuer la nitrification excessive des terres bien pulvérisées. Pour une même terre, la somme de l'eau et de l'air reste constante, mais cette somme varie d'une terre à l'autre. Pour que la nitrification s'établisse, l'air et l'eau sont nécessaires ; il faut que la terre soit humide et aérée, et comme les deux éléments air et eau varient en sens inverse, il n'y a pour la terre en mottes qu'un temps très court pendant lequel l'air et l'eau se trouvent en proportions favorables. — M. **A. Haller** a reconnu que le benzylidène-camphre, le benzylcamphre, comme le camphre lui-même, ne se prêtent pas à la substitution de groupements nitrés dans le noyau benzénique. L'action de l'acide azotique et du permanganate de potasse sur ces composés leur fait subir une rupture au point d'attache du radical aromatique, et les deux noyaux se comportent alors dans le milieu oxydant comme s'ils étaient libres. — M. **L.-A. Hallopeau** donne le moyen d'obtenir commodément des solutions d'acide paratungstique présentant toutes les réactions connues des paratungstates et se transformant en acide métatungstique sous l'influence de l'ébullition, de la même façon que les paratungstates se transforment en métatungstates. La simple concentration de l'acide le dédouble en acide tungstique et eau. — M. **Henri Lasne** donne un nouveau procédé de dosage de l'alumine dans les phosphates, à la fois commode et précis. Il repose sur la propriété que possède la soude de dissoudre l'alumine en présence d'un excès d'acide phosphorique ; toutes les bases qui l'accompagnent habituellement : chaux, magnésie, fer, manganèse, sont, dans ces conditions, entièrement précipitées soit à l'état de phosphates, soit à l'état de sesquioxydes. L'acide phosphorique doit être employé en excès. — M. **de Forcrand** a préparé l'amidure de sodium dans le but d'en faire l'étude thermique. Il signale quelques propriétés nouvelles de ce corps :

$$AzH^3 + Na\,sol. = Hgaz + AzH^2Na\,sol. + 20^{cal}8$$

On arrive aussi à la relation :

$$AzH^3\,sol. + H\,gaz = AzH^4\,sol. - 16^{cal}$$

qui permet de ne pas désespérer de trouver des conditions favorables pour réaliser la réaction. — M. **J. Cavalier** a préparé les éthers phosphoriques de l'alcool allylique par l'action directe de l'anhydride phosphorique sur l'alcool dilué dans l'éther. L'éther diacide $PO^4C^3H^5H^2$ donne deux séries de sels, des sels neutres $PO^4C^3H^5M^2$ et des sels acides $PO^4C^3H^5HM$ dont l'auteur donne la description et les propriétés. — M. **J. Guinchant** donne la préparation et la conductibilité de nouveaux éthers cyanométhiniques. La conductibilité va en décroissant à mesure que le poids moléculaire s'élève. — M. **Michel Lévy** a vérifié que la loi de Tschermak relative aux plagioclases ne s'applique pas rigoureusement au point de vue optique : l'égal éclairement total ne se produit pas rigoureusement quand on examine des plagioclases présentant de grandes variations de composition ; néanmoins les anomalies, importantes au point de vue théorique, confirment que la loi s'applique avec une approximation suffisante aux propriétés optiques des feldspaths intermédiaires. L'auteur donne un nouveau procédé d'orientation et de diagnostic des feldspaths en plaque mince. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Ad. Chatin** fait connaître de nouvelles espèces de truffes (*Terfas*) du Maroc et de la Sardaigne. — M. **Chauveau** fait la comparaison de l'échauffement qu'éprouvent les muscles dans les cas de travail positif et de travail négatif. De nombreuses expériences, il ressort que le travail négatif (mouvement de descente) produit un moindre échauffement que le travail positif (mouvement de montée).

J. MARTIN.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Juillet 1895.

M. **Ferrand** est élu membre titulaire dans la IVe section (Thérapeutique et Histoire naturelle médicale). — M. **Dieulafoy** communique cinq nouvelles observations d'angines diphtériques à forme herpétique; il insiste sur la nécessité de la création de laboratoires d'examen bactériologique et émet le vœu que les études bactériologiques prennent à l'avenir une place plus importante dans les Facultés de Médecine et Ecoles de Pharmacie. — M. **C. A. François-Franck** expose le résultat de ses recherches expérimentales et critiques sur l'action cardiaque de la digitale et des digitalines. Il montre d'abord l'évolution des effets produits sur le cœur par la digitale aux doses physiologiques et aux doses toxiques jusqu'à la mort du cœur. Il recherche ensuite le mécanisme de ces effets et trouve que la digitale agit en même temps sur l'élément musculaire et sur les éléments nerveux. Enfin, l'auteur compare l'activité toxique de la digitale et des digitalines. — M. **Gréhant** lit un mémoire sur les injections à doses fortes d'alcool éthylique et de glycose dans le sang veineux. — M. le Dr **Soulier** rapporte un cas d'exostoses ostéogéniques ou de croissance, considéré à tort comme un cas de myosite progressive ossifiante.

Séance du 9 Juillet 1895.

M. **Reclus** est élu membre titulaire dans la Ve Section (Médecine opératoire). — M. **Hervieux** lit le Rapport de l'Académie au Ministre de l'Instruction publique sur la vaccination en France; il demande la gratuité complète des vaccinations et l'augmentation du nombre des inspecteurs. — M. **Panas** fait un rapport sur un travail du Dr **F. Lagrange** (de Bordeaux) relatif à l'électrolyse dans le traitement des rétrécissements des voies lacrymales. — M. **Panas** fait un rapport sur un travail du Dr **Darier** relatif à un procédé d'autophakoscopie applicable à l'étude du développement de la cataracte. — La discussion sur la prophylaxie de l'alcoolisme continue. M. **Motet** montre le développement de plus en plus considérable de la criminalité d'origine alcoolique. Il pense que, dans la lutte contre l'alcoolisme, on doit non seulement chercher à réprimer le mal, mais aussi à le prévenir en s'adressant aux enfants et en leur montrant les conséquences funestes de ce vice. — M. **Daremberg** pose les conclusions suivantes:

Les ravages de l'alcool ayant deux origines : 1° l'alcool, 2° les impuretés de l'alcool, il importe donc : de faire diminuer la consommation de l'alcool ; de fixer un maximum d'impuretés (pour les alcools, vins, eaux-de-vie, liqueurs), au-dessus duquel la consommation sera interdite.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 29 Juin 1895.

MM. **Bar** et **Rénon** ont constaté la présence du bacille de Koch dans le sang de la veine ombilicale de fœtus humains issus de mères tuberculeuses. — M. **Meyer**, après avoir inoculé à des lapins plusieurs virus, surtout celui du bacille pyocyanique, leur a injecté des sérums de provenances diverses ; les uns, provenant d'animaux immunisés contre d'autres microbes, retardent la marche de l'infection ; les autres, recueillis chez des malades et provenant soit d'épanchements, soit de la circulation d'urémiques, rendent l'affection plus prompte et plus grave. — M. **Raichline** a observé après la contracture, la réapparition des réflexes tendineux chez un tabétique hémiplégique. — M. **Gaube** a étudié la minéralisation du lait. — M. **Boinet** a observé que l'ablation des capsules vraies et accessoires chez un rat d'égout lui permet cependant de résister à un surmenage considérable. — MM. **Langlois** et **Athanasiu** communiquent leurs recherches sur l'action physiologique des sels de cadmium. — M. **d'Arsonval** a constaté que l'ozone n'avait pas les propriétés microbicides qui lui ont été attribuées.

Séance du 6 Juillet 1895.

MM. **Déjerine** et **Mirallié** décrivent des altérations de la lecture mentale chez les aphasiques moteurs corticaux. — MM. **Thomas** et **Roux** communiquent également leurs recherches sur les troubles latents de la lecture mentale chez les aphasiques moteurs corticaux. — MM. **Charrin** et **Ostrowsky** ont étudié un bacille qui produit le brunissement de la vigne et qui est, en même temps, pathogène pour le règne animal. — M. **Boinet** (de Marseille) a essayé le traitement de la tuberculose humaine par le sérum de chèvres inoculées avec la tuberculine. Les résultats sont bons dans la tuberculose lente apyrétique ; nuls dans la tuberculose à la troisième période ; l'injection aggrave la maladie dans le cas de tuberculose aiguë. — M. **Gley** a fait quelques expériences pour provoquer le sommeil chez les grenouilles. — MM. **Tissot** et **Contejean** font une communication sur la persistance, après l'isolement de la moelle, des modifications apportés dans le fonctionnement de cet organe par un traumatisme expérimental de l'écorce cérébrale. — M. **Mislawsky** expose ses recherches sur les modifications histologiques des glandes salivaires pendant la salivation.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Juin 1895.

M. **Arnoux** présente les nouveaux voltmètres et ampèremètres qu'il a étudiés avec la collaboration de M. **Chauvin**. Il expose les qualités par lesquelles ces nouveaux modèles se distinguent des appareils analogues. L'équipage est formé d'un cadre placé dans un champ magnétique. Ce dispositif est préférable à celui d'une palette de fer doux, mobile entre les mâchoires d'un aimant. Il donne plus de sensibilité et l'étalonnement est plus durable. Le champ est produit par un aimant d'un seul morceau, et sans pièces polaires rapportées. Cette forme d'aimant élimine les réactions mutuelles qui s'exercent entre les divers éléments des aimants feuilletés et est la meilleure pour obtenir un champ magnétique bien permanent et intense. Le cadre mobile est formé d'une bobine dont les deux extrémités aboutissent à deux bagues de cuivre qui servent à donner de la solidité au système et à amortir les oscillations, grâce aux courants de Foucault. On obtient ainsi un mouvement de l'aiguille sensiblement apériodique. On ferme le circuit magnétique en intercalant à l'intérieur de la bobine une bille d'acier. Le couran est amené par deux ressorts spiraux bandés en sens contraire, afin d'assurer au repos la fixité de l'aiguille au zéro. Ces appareils sont disposés pour se prêter à toutes les exigences industrielles. Ils permettent de mesurer des différences de potentiel et des intensités qui peuvent varier de 1 à 3000. A cause de leur sensibilité, on ne peut les faire traverser par un courant supérieur à 0,005 ampère ; aussi intercale-t-on des résistances étalonnées, et constituées par du fil à faible coefficient de température. Ainsi le cadre d'un voltmètre ayant une résistance de 75 ohms, on doit, pour mesurer une différence de potentiel maxima de 150 volts, intercaler en série une résistance de 29.925 ohms. On peut très nettement subdiviser l'angle d'écart en 150 divisions pour obtenir une échelle en volts. Les différentes résistances correspondant aux différentes sensibilités sont logées dans la boîte même du voltmètre qui, cependant, ne dépasse pas 15^{cm} sur 5^{cm}. Les ampèremètres ont un cadre mobile d'une résistance dix fois plus faible. Ils doivent être shuntés, mais les shunts peuvent être très courts et très portatifs. Tous les shunts portent l'indication de leur résistance propre en microhms et de l'intensité maxima pour laquelle ils sont construits. Leur étalonnage, effectué à l'aide d'un pont double de Thomson que M. Arnoux présente aussi à la Société, permet de les rendre interchangeables, c'est-à-dire qu'on peut effectuer des mesures exactes en reliant un shunt quelconque à un ampèremètre quelconque du système Arnoux. Pour cela la résistance du circuit de chaque ampèremètre est réglée pour que l'aiguille donne la déviation maxima de son échelle pour une différence de potentiel invariable de 0,04 volt, et on règle la résistance de chaque shunt, de façon qu'elle soit égale au quotient de 0,04 volt par le courant maximum poinçonné sur la plaque du shunt. Il est entendu que l'emploi des shunts, dont la capacité maxima poinçonnée sur la plaque est un multiple ou un sous-multiple simple du chiffre maximum de la graduation de l'ampèremètre, est cependant préférable aux autres, car on s'évite par là tout calcul. En terminant, M. Arnoux signale les inconvénients de l'emploi d'éléments Daniell pour effectuer les graduations. Ils ne restent constants qu'à la condition de ne pas être choqués. Il est bien préférable de leur substituer simplement de grands éléments Leclanché, à condition de leur faire débiter très peu, $\frac{1}{1000}$ d'ampère. Ces éléments restent constant à plus de $\frac{1}{1000}$. — M. **Pellat** est de l'avis de M. Arnoux sur l'élément Daniell. A son avis, un instrument excellent, c'est l'accumulateur. Il a une force électromotrice remarquablement constante, surtout dans le cas de faibles débits. — M. **Moëssard** étudie le moyen d'obtenir des projections stéréoscopiques. Lorsqu'on projette à la fois les deux images sur un écran, il faut, pour obtenir la sensation du relief, que chaque œil n'aperçoive que l'épreuve prise du point de vue correspondant et que les deux impressions fournies par les deux yeux parviennent à se confondre. Divers procédés ont été déjà signalés, notamment autrefois par d'Almeida, mais ils présentent des inconvénients divers. L'auteur a mis en œuvre un procédé fondé sur l'emploi des prismes. On projette les deux images l'une au-dessus de l'autre, et on les regarde avec un instrument appelé par l'auteur la *stéréo-jumelle*. Ce sont deux prismes de petit angle et d'un verre peu dispersif pour ne pas détruire l'achromatisme. Ils sont tournés en sens contraire, le premier abaisse l'une des images, le second remonte l'autre et les deux images peuvent ainsi arriver à se superposer. Des diaphragmes convenablement placés cachent à chaque œil les images parasites. La déviation à obtenir au moyen des prismes dépend de la distance du spectateur. Pour cela les deux prismes sont mobiles et commandés par un mouvement unique. L'auteur distribue un certain nombre d'appareils afin de permettre d'apprécier sur des sujets variés les résultats obtenus.

Edgard HAUDIÉ.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 24 Mai 1895.

M. **Tanret** a recherché avec différents sucres s'ils ne présentaient pas des phénomènes comparables à ceux qu'il a signalés pour le glucose. Avec le sucre de lait, il a obtenu cristallisées les modifications β ($a_D = +55°$) et γ ($a_D = +34°$), différentes des modifications antérieurement signalées. Le galactose, l'arabinose, l'isodulcite, le xylose, le maltose ne lui ont encore donné que la modification β, provenant de la transformation dans l'eau du produit primitif α. Il en conclut que le phénomène de la multirotation des sucres est maintenant bien expliqué. Si le pouvoir rotatoire du glucose ou du galactose en solution aqueuse tombe par exemple de $a_D = +106°$ à $a_D = +52°5$ ou de $a_D = +119°$ à $a_D = +82°,5$, c'est qu'il s'est formé dans la solution de nouveaux dérivés, qu'on peut obtenir cristallisés en suivant la méthode qu'il a indiquée antérieurement. — M. Tiemann ayant publié sur la série camphoténique des faits en contradiction avec ceux qu'avait communiqués M. **Béhal**, celui-ci répond à M. Tiemann. Il a obtenu, lui aussi, le composé auquel M. Tiemann a donné le nom d'isoamidocamphre et qu'il obtient dans l'action de l'acide sulfurique sur le nitrile actif. Ce corps, à fonction amine primaire, donne l'amide inactive par l'action des acides. M. Béhal l'a obtenu par l'action des acides chlorhydrique et iodhydrique sur l'amide active. D'après M. Tiemann l'acide chlorhydrique est sans action sur la camphoroxime, c'est cependant à l'aide de cet acide que M. Béhal prépare le nitrile inactif. Il a de plus reconnu que l'acide camphoténique inactif distille facilement sans décomposition notable; mais, si l'on opère en présence d'une trace de sodium, il donne immédiatement du camphoène. D'après M. Tiemann, l'action du sodium dans ce cas serait nulle, et la décomposition serait due à la lactone camphoténique existant dans l'acide employé. La lactone décrite antérieurement par M. Béhal serait un produit impur renfermant de la camphoténamide. Ce dernier fait observer que M. Tiemann a confondu les deux lactones inactives et actives. M. Béhal communique ensuite les résultats qu'il a obtenus dans l'oxydation par l'acide azotique de l'acide camphoténique inactif. Il a pu isoler les composés suivants : l'acide hydroxycamphoronique fondant à 167°-168°, déjà obtenu par MM. Kachler et Spitzer, et un acide fondant à 85° de formule $C^9H^{10}O^5$, se décomposant avec perte d'eau en un acide bouillant à 275° et fondant à 39°. — En collaboration avec M. **Blaise**, M. **Béhal** a étudié l'action de l'hypoazotide sur l'acide camphoténique inactif. Il y a d'abord fixation et formation d'un corps bleu intense. En présence d'un excès d'hypoazotide, il se dégage de l'acide carbonique du bioxyde d'azote, et l'on obtient un corps neutre répondant sensiblement à la formule de l'acide nitrocamphoténique fondant à 173°, composé déjà connu. — M. **Maumené** a étudié les sulfures d'arsénium et présente quelques-uns de ces corps qu'il a préparés. L'existence de ces divers termes est une nouvelle preuve à l'appui de sa théorie générale. — M. **Jay** présente au nom de M. **Dupasquier**, un nouveau procédé de séparation analytique du baryum, du strontium et du calcium. On fait agir sur un mélange de sels de ces métaux une solution renfermant à la fois du sulfate d'ammonium et un tartrate alcalin. Le baryum et le strontium donnent des sulfates insolubles, tandis que le calcium, transformé en tartrate, peut, après lavage des sulfates, être facilement séparé à l'aide d'acide chlorhydrique étendu. — M. **Jay**, après avoir fait ressortir l'importance du dosage des acides volatils et des acides fixes des vins, donne un procédé qui lui a réussi pour atteindre ce but. On distille 20 centilitres de vin en présence de vapeur d'eau, puis on titre le liquide distillé (acides volatils) et le résidu de la distillation (acides fixes). — M. **Berlemont** présente un nouveau tube à distillation fractionnée consistant tout simplement en un serpentin de verre assez large. Cet appareil, moins volumineux et moins fragile que les tubes à boule, se nettoie facilement et permet de pousser, sans enveloppe, une distillation fractionnée jusqu'à 300°. — M. **Raoul Varet** a reconnu la constance pour un même groupe de sels de la chaleur de formation des combinaisons du cyanure de mercure avec les sels, chlorures, bromures, iodures des métaux alcalins et alcalino-terreux. On pourra donc, pour ces composés, calculer la chaleur de formation à partir des éléments en appliquant la loi des modules. — M. **Prud'homme**, en traitant le paranitrotétraméthyldiamidotriphénylméthane par la poudre de zinc en solution chlorhydrique a obtenu une matière colorante teignant en violet la soie, la laine et le coton mordancé au tanin. D'après Gattermann, Bamberger et Wohl le nitrobenzène, réduit dans certaines conditions, donne de la phénylhydroxylamine, qui est immédiatement transformée par les acides minéraux en paraamidophénol. M. Prud'homme se trouverait en présence d'une réaction du même ordre: il aurait eu d'abord l'hydroxylamine correspondante au dérivé nitré qu'il étudiait; mais l'oxygène du groupement $AzH^2.OH$, trouvant la position para occupée et ne pouvant donner un paraamidophénol, donne un hydroxyle avec l'hydrogène du méthane. La leucobase devient base colorable et matière colorante en solution acide. — M. **Burcker** a adressé une note sur le dosage des acides volatils dans les vins.

Séance du 5 Juin 1895.

M. **Halphen** passe en revue les divers procédés d'analyse des corps gras et discute notamment l'application de la méthode de Hübl à l'analyse des graisses animales. — M. **Dupont** a trouvé dans l'huile de coton une substance sulfurée existant en proportion notable et entraînée très lentement par la vapeur d'eau. — MM. **Cambier** et **Brochet** reconnaissent qu'antérieurement à leurs communications sur la question, M. Loeckann avait publié la formule de constitution qu'ils ont donnée à l'hexaméthylènetétramine.

Séance du 14 Juin 1895.

M. **Lauth** développe les différents essais qu'il a tentés, sans beaucoup de succès, pour arriver à obtenir, sur laine et sur soie, des noirs d'aniline résistants. Il espère que ces renseignements pourront être utiles aux chimistes travaillant dans cette voie. — M. **Friedel** a repris l'étude de l'apophyllite. En suivant un procédé analytique dû à M. Carnot, il avait cru pouvoir conclure à l'absence de fluor dans ce minéral; depuis, en suivant l'ancien procédé de Berzélius, il a reconnu la présence du fluor dans les échantillons analysés. — M. **A. Combes** décrit un appareil, permettant de mesurer sous des pressions réduites variables les points d'ébullition des différents dissolvants. — M. **Engel** revient sur la question de l'allotropie de l'arsenic. Le corps brun se formant dans la réduction des composés arsénicaux et considéré encore dans les ouvrages classique comme de l'hydrure solide d'arsenic est bien, ainsi que l'avait reconnu déjà M. Engel, une modification allotropique de l'arsenic. Ce serait la modification correspondant au phosphore blanc. Geuther avait contredit certaines parties des recherches de M. Engel. Il avait notamment donné à ce produit la densité 3,7 au lieu de 4,7 trouvé par l'auteur de cette communication. La question a été reprise tout récemment, et on a reconnu le bien-fondé des observations de M. Engel. E. Charon.

SOCIÉTÉ PHILOMATIQUE DE PARIS

Séance du 22 Juin 1895.

M. **Franchet** présente des diagnoses de nombreux *Carex* de l'Asie orientale et de la Chine occidentale. Il insiste sur l'intérêt que présente la flore de ces régions où la flore des Alpes européennes trouve sa plus complète expansion. — M. **Bioche** expose un paradoxe de géométrie élémentaire. Ch. Bioche.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

Minchin. — **Mesure électrique de la lumière des étoiles.** Observations faites à l'Observatoire de Daramona House, Westmeath, en avril 1895. — La méthode consiste à mesurer la quantité de lumière qui arrive des étoiles à la Terre, par la détermination de la force électromotrice produite par cette lumière dans certaines piles photoélectriques, dont le carré de la force électromotrice est proportionnel à l'énergie de la lumière incidente. La surface sur laquelle on fait tomber la lumière incidente est formée par une mince couche de sélénium déposée sur une lame d'aluminium, et immergée dans un vase de verre rempli d'énanthol. On prend un tube de verre AB (fig. 1), dont le diamètre est

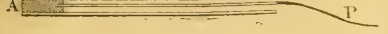


Fig. 1.

de 1 millimètre, ou plus petit; on prend un morceau court, AL, de fil d'aluminium, qui remplit à peu près le tube, et à son extrémité L, on attache un fil de platine LP, dont le bout sort en B, du tube de verre. On chauffe au bec Bunsen pour fondre le verre autour de l'aluminium afin que le contact soit parfait et le fond du tube étanche; malheureusement on n'a pu réaliser parfaitement jusqu'ici cette condition, dont la réalisation donnerait une pile photoélectrique constante. Jusqu'ici, à cause de ce défaut d'étanchéité, on n'a pu conserver constants ces éléments plus de quatre semaines. On prend alors le tube AB, en tenant l'extrémité A en haut; on le met entre deux plaques presque verticales d'asbeste, la pointe A dépassant un peu les coins des plaques; au milieu du fil d'aluminium en A, on met un très petit morceau de sélénium (environ de la grosseur d'une toute petite tête d'épingle); on chauffe l'asbeste au moyen d'une lampe à esprit-de-vin ou d'un bec Bunsen jusqu'à ce que le sélénium fonde sur l'extrémité A. On doit avoir soin d'écarter la flamme du sélénium même, pour que ce soit la chaleur du fil d'aluminium qui fonde le sélénium. Alors la surface noire prend une couleur uniforme brun gris, puis on continue de chauffer avec grand soin jusqu'à ce que le sélénium en fondant donne un liquide noir. On cesse alors de chauffer et l'on souffle sur la surface du sélénium; la surface est alors à son état le plus sensible. On laisse refroidir le tube à l'abri de la lumière, puis on le placera dans un flacon d'énanthol. La pile à énanthol est un petit tube de verre (fig. 2), de 3 centimètres de longueur et 1 centimètre de diamètre, avec deux petites glaces de verre fixées aux côtés opposés: l'une a une fenêtre de quartz QQ, cimentée avec de l'acide acétique et de la gélatine, ou bien de la glu et de la glycérine; l'autre est fermée par un bouchon CC où passe le petit tube AB. La pile est fermée à un bout par un bouchon de verre S, et à l'autre on a scellé un fil de platine P'. Les deux pôles de la pile sont P et P'. La lumière d'une étoile tombera sur la fenêtre de quartz et au centre de la surface sensible A, qui est placée au foyer d'un télescope ou mieux un peu en arrière du foyer de façon que la lumière couvre entièrement la surface du sélénium. Le siège de la force électromotrice étant la surface de contact du liquide et du sélénium, le sélénium se charge positivement et le liquide négativement. P est relié à l'un des pôles d'un électromètre et P' à l'autre, et s'il y a une portion du sélénium qui ne soit pas exposée à la lumière, cette portion inerte agira simplement comme un conducteur transportant une partie de la charge positive au mauvais pôle de l'électromètre et diminuera ainsi l'effet observé. La pile, soumise aux diverses radiations du spectre, s'est montrée sensible à tous les rayons, de l'extrémité du rouge, jusqu'au delà du violet, la f. é.-m. maximum se produisant dans le jaune, mais la grandeur de la f. é.-m. ne varie pas beaucoup jusqu'à ce qu'on atteigne le violet. A cet égard la pile à sélénoaluminium diffère de toutes les autres piles photoélectriques, car la sensibilité de la plupart d'entre elles est réduite au bleu. On peut signaler toutefois le fait que la pile, obtenue en immergeant des lames d'argent dans une solution d'éosine, donne des forces électromotrices de signes opposés pour les rayons rouges et les rayons bleus. L'énergie incidente sur la pile photoélectrique est proportionnelle au carré de la force électromotrice. Si une bougie tenue à une certaine distance de la pile donne une différence de potentiel E entre les pôles P et P', deux bougies tenues l'une à côté de l'autre donnent une différence de potentiel $E\sqrt{2}$. Si on connaît les parallaxes p et p' de deux étoiles on aura donc pour le rapport $\frac{l}{l'}$ de leurs éclats intrinsèques :

$$\frac{l}{l'} = \left(\frac{E_p}{E_{p'}}\right)^2$$

On a employé un électromètre à quadrants d'aluminium. En faisant l'expérience avec diverses étoiles, on a obtenu :

Régulus	1,75
Arcturus	8,00

En tenant compte des dernières déterminations des parallaxes des étoiles, on trouve qu'Arcturus envoie dans le même temps 75 3/4 fois autant d'énergie que Régulus. D'autres observations ont été faites sur diverses étoiles et planètes. Les résultats concordent bien avec ceux qui sont déduits de la considération de l'ordre de grandeur des étoiles.

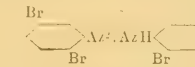
SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

La Société a récemment reçu les communications suivantes :

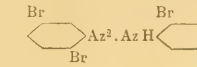
MM. **Augustus E. Dixon** et **R. E. Doran** ont obtenu la succynyldithiocarbimide en chauffant du thiocyanate de plomb avec du chlorure de succinyle et du benzène sec :

$$C^2H^4(COCl)^2 + Pb(SCAz)^2 = PbCl^2 + C^2H^4(COAzCS)^2$$

Ils ont pu préparer toute une série de dérivés de ce corps en faisant réagir sur lui les différentes bases aromatiques. Par exemple, ils ont obtenu par réaction de la phénylhydrazine, la succinyldiphényldisemithiocarbazide $C^2H^4(CO.AzH.CS.AzH.AzHC^6H^5)^2$. En partant du chlorure de phtalyle, ils ont semblablement obtenu avec le thiocyanate de plomb, la phtalyldithiocarbimide. — MM. **Raphaël Meldola F. R. S.** et **E. R. Andrews**, en faisant réagir l'acide nitreux sur la dibromaniline $C^6H^3BrBrAzH^2$ 1 : 2 : 4, ont obtenu un produit fondant à 234 — 235°. L'analyse a montré que c'était un composé diazoamidé et lui donne pour formule:



ou bien :



MM. **Harry Ingle** et **Harold H. Mann**, par l'action de l'iode sur un mélange de benzylphénylhydrazone et d'éthylate de sodium en suspension dans l'éther, ont obtenu deux corps séparables par l'éther ou l'acétate d'éthyle. Le corps insoluble est identique à la dibenzyldiphénylhydrotétrazone décrite par Minunni et Pechmann; il a pour formule :

$$C^6H^5.Az.Az = CH.C^6H^5$$
$$\quad\quad\quad\quad | $$
$$C^6H^5.Az.Az = CH.C^6H^5$$

La partie soluble dans l'éther semble être un stéréoisomère de la benzylosazone et comme il est moins stable, les auteurs l'ont appelé le benzylsynosazone. Ils lui donnent pour formule :

$$C^6H^5.C\_\_\_\_\_C.C^6H$$
$$\quad\quad \| \quad\quad\quad\quad \|$$
$$Az.AzHC^6H^5 \quad C^6H^5.HAz.Az$$

MM. **J. Walker** et **E. Aston** publient une nouvelle méthode pour déterminer la force comparative des différentes bases organiques. — M. **Augustus E. Dixon** décrit toute une série de dérivés de substitution de l'urée et de la thiourée. — MM. **W. R. E. Hodgkinson** et **N. E. Bellairs** ont étudié l'action de quelques métaux sur les sels ammoniacaux. Ils se sont servis des nitrates et sulfates d'ammonium. Le cuivre métallique réagit immédiatement sur ces sels en fusion et met en liberté du gaz ammoniac et un peu d'hydrogène. Lorsqu'on maintient la température à 160° environ, le résidu est un mélange de nitrate et sulfate de cuivre avec un excès des sels ammoniacaux. Le nickel et le cobalt réagissent de même, mais il se sublime en plus du sulfite et la quantité d'hydrogène est moindre. L'argent est dissous facilement par ces deux sels; la quantité d'ammoniaque déplacée est à peu près équivalente à la quantité d'argent dissous comme sulfate ou nitrate. Le palladium est presque aussi actif que l'argent; mais il se forme un sel double de palladium et ammonium. On voit donc que, dans presque tous les cas, le groupe ammonium est déplacée par le métal.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 25 Mai 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. **J.-C. Kapteyn** : *Sur la distribution des vitesses cosmiques.* L'auteur attribue l'insignifiance des résultats obtenus jusqu'à présent par rapport à la constitution de l'univers à la défectuosité des hypothèses, en partie invraisemblables, en partie sensiblement fausses, dont on s'est servi. Il cherche à démontrer qu'au contraire, un petit nombre d'hypothèses admissibles peut déduire des observations une première approximation : 1° de la loi de distribution des vitesses linéaires absolues ; 2° de la loi de variation de l'accumulation des étoiles avec la distance au soleil ; 3° de la loi de la distribution des étoiles de différente clarté absolue. Jusqu'ici l'auteur s'est occupé principalement de la première loi. Il la fait dépendre des trois hypothèses suivantes : *a*) Dans le mouvement des étoiles il n'y a pas de préférence pour une direction déterminée. *b*) La loi de la distribution des vitesses est indépendante de la distance à notre système solaire. *c*) La fonction de la probabilité d'une vitesse linéaire de grandeur donnée n'admet qu'un seul maximum. De la première hypothèse on ne saura se défaire qu'autant qu'on dispose de méthodes pour déterminer exactement des parallaxes annuelles inférieures à 0″,01 ; elle nous oblige à exclure les systèmes à mouvement propre commun, comme les Hyades et les Pléiades. La seconde hypothèse obtiendrait une grande vraisemblance, si l'on eût démontré que la vitesse linéaire *moyenne* ne varie pas avec la distance au soleil. Au contraire, M. Ristenpart prétend avoir trouvé que cette vitesse moyenne augmente avec la distance; cependant on prouve sans peine que la méthode de M. Ristenpart ne saurait mener qu'à des résultats illusoires. Une démonstration directe de l'exactitude de cette hypothèse pour certaines limites de la distance s'obtient par la comparaison des vitesses linéaires moyennes des étoiles de Bradley du second type avec celles des autres types spectraux. Contraire au résultat de M. Ristenpart, cette comparaison a fait trouver une différence extrêmement petite entre les vitesses moyennes des étoiles à des distances très considérables. Ensuite, l'auteur fait voir que l'hypothèse *c* est nécessaire pour l'approximation de la fonction de probabilité $f(s)$ de la vitesse linéaire s. — M. **P. H. Schoute** présente un mémoire de M. **M. van Overeem Jr**, intitulé : *Sur les points remarquables des polygones inscriptibles.* Sont nommés rapporteurs MM. J. de Vries et P. H. Schoute.

2° Sciences physiques. — M. **J. D. van der Waals** s'occupe des caractères distinctifs par rapport à la forme de la courbe de plissement dans le cas d'un mélange de deux matières. Dans le cas d'un mélange de deux matières, dont la température et la pression ont été déterminées de manière que les deux phases coexistantes se correspondent en composition et en densité, on donne le nom de courbe de plissement à la ligne qui fait connaître la relation entre ces valeurs de τ et p pour des degrés variables de composition. Ce nom fait allusion à la circonstance qu'un mélange se trouve dans la condition indiquée, si par son volume et par sa composition, il occupe la place du point de plissement sur la surface ψ. Quoique à présent il n'est pas encore possible de déduire l'équation de cette courbe, la théorie en donne l'équation différentielle dans la forme :

$$\frac{dp}{d\tau} = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2_{p\tau}} = \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2_{p\tau}}$$

qui permet d'en trouver les particularités les plus saillantes. Dans la présente communication l'auteur s'occupe de deux points particuliers de la courbe. Dans le premier, la courbe touche la ligne des points de tension maximum ; dans le second, la tangente est parallèle à l'un des axes. — M. J. D. van der Waals présente un mémoire de M. **W. H. Julius** : *Sur un dispositif pour protéger les instruments de mesure contre les tremblements du sol.* Les galvanomètres sensibles ou d'autres appareils dont les systèmes mobiles, extrêmement légers et suspendus d'une manière délicate, se trouvent souvent dans un état de branlement continu par suite des vibrations du sol, peuvent être protégés presque complètement contre celles-ci quand on les dispose de la manière suivante. L'instrument est fixé à un support suspendu par trois fils d'acier égaux et parallèles de 2 à 3 mètres de longueur. Ces fils descendent de trois points A, B, C (d'une poutre ou d'une console), situés aux trois sommets d'un triangle équilatéral horizontal et aboutissent aux points A′, B′, C′ sur des pièces métalliques saillantes du support. On a soin de faire coïncider le centre de l'inertie du système suspendu (savoir de l'ensemble du support et de l'instrument) avec le centre du triangle A′,B′,C′. Pour y parvenir on place l'instrument de telle sorte que son centre de gravité se trouve dans l'axe de l'appareil total et l'on ajuste en sens vertical à l'aide d'une masse mobile à crémaillère le long de cet axe. Afin d'amortir les mouvements oscillatoires de longue durée, il y a autour de l'appareil trois petits vases remplis d'huile où plongent des systèmes de deux plaques croisées que l'on fixe au support par des tiges recourbées. Après avoir démontré que les forces perturbatrices, auxquelles l'instrument ainsi disposé est assujetti, sont très petites et que les mouvements nuisibles qui en résultent seront négligeables, l'auteur finit par l'exposé du résultat assez satisfaisant de quelques expériences faites avec un radiomicromètre (selon M. C. Vernon Boys) à circuit léger et très mobile qu'il installe d'abord sur un pilier fondé sur le sol et qu'ensuite il suspend suivant les conditions décrites. P. H. Schoute.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

6e ANNÉE N° 15 15 AOUT 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'ÉTUDE SCIENTIFIQUE DE MADAGASCAR

Au lendemain de la conquête, qu'aurons-nous à faire à Madagascar?

C'est à la Science, non à la Bureaucratie, qu'il appartient de l'indiquer, — et tel est l'objet des articles qui vont suivre.

Ces articles exigeaient de multiples compétences : les uns sont l'œuvre d'Explorateurs, d'Agriculteurs, d'Ingénieurs, d'Administrateurs et de Médecins ayant longtemps résidé à Madagascar; les autres sont dus à des Savants qui ont appliqué toutes les ressources de nos laboratoires à l'étude des produits rapportés par les Voyageurs.

Ils nous font connaître le monde malgache, les différentes races humaines qui habitent la grande île, leurs mœurs, leur degré de civilisation et leurs besoins. Ils nous renseignent, d'une façon précise, sur le climat du pays, l'état du sol et les conditions diverses, — sanitaires ou autres, — qui permettent ou empêchent de l'exploiter.

Tant d'opinions fantaisistes ont été émises sur les richesses de Madagascar qu'il importait de reviser, à ce sujet, des jugements aussi inconsidérément portés par les chroniqueurs que légèrement acceptés par le public. C'est, — comme on va le voir, — selon la bonne méthode scientifique, d'après des faits d'observation positive, que sont appréciées, dans les pages qui vont suivre, les ressources naturelles de l'île. La juste estimation de ces ressources doit être à la base de l'œuvre économique et sociale que la France a désormais mission d'accomplir à Madagascar.

Tous les articles de fonds du présent numéro sont, pour cette raison, consacrés à l'étude scientifique de la question malgache et aux enseignements qui en découlent pour notre politique coloniale.

Il nous a paru indispensable de documenter ces articles de cartes spéciales et de nombreuses photographies. 93 simili-gravures, jointes au texte de nos collaborateurs, ont été faites d'après des clichés ou épreuves provenant de collections privées et de l'Exposition de Madagascar au Jardin des Plantes. Nous devons, à ce sujet, des remerciments particuliers à MM. Grandidier, Alluaud, de Faymoreau et à la Direction du Muséum.

(Note de la Direction.)

LE MONDE MALGACHE

GÉOGRAPHIE ET ASPECT GÉNÉRAL DE MADAGASCAR — LE SOL, LA FLORE ET LES FORÊTS — LES RACES MALGACHES ET LEUR CIVILISATION

Pendant que nos soldats «montent à Tananarive» et pendant que nous suivons pas à pas leur marche en avant, il importe que les Français, soucieux de l'avenir de leur pays, puissent connaître Madagascar au point de vue scientifique et économique. Il faut que les savants, les explorateurs, les agriculteurs et les commerçants qui ont étudié cette grande île, viennent éclairer le public sur les ressources naturelles de ce pays, sur ce qui a été fait, et sur ce qui reste à faire. Il faut que ces hommes préparent et organisent la conquête *économique* de ce pays, tandis que notre armée en achève la conquête *militaire*.

C'est alors seulement que les sacrifices de sang et d'argent consentis par le Gouvernement français ne resteront pas infructueux, et que cette colonie pourra apporter à la métropole un supplément de force politique et de vigueur économique.

Mais, pour atteindre ce but, il ne faut pas s'appuyer exclusivement sur le concours du Gouvernement; il faut faire appel aux hommes de bonne volonté, exciter leur initiative, les renseigner sur ce que vaut exactement Madagascar et ce qu'ils peuvent y tenter.

C'est ce qu'a bien compris la Direction du Muséum d'Histoire naturelle en organisant une Exposition ethnographique, zoologique, botanique et géologique de Madagascar, et en complétant cette Exposition par une série de conférences faites par des savants tels que MM. Milne-Edwards, Hamy, Stanislas Meunier et Bureau.

Nous applaudissons sans réserve à cette manifestation de notre grand établissement scientifique qui, au lieu de conserver pour quelques privilégiés les richesses dont il dispose, fait profiter de ses précieuses collections tous ceux qui s'intéressent à notre expansion coloniale, et leur donne ainsi des renseignements pratiques et sûrs.

A cette heureuse initiative du Muséum, le public a, d'ailleurs, répondu avec un louable empressement, et la preuve, c'est que l'Exposition, pendant les mois de juin et juillet, a eu environ 40.000 visiteurs. Ajoutons que plus de 1.200 auditeurs assistaient à chaque conférence et nous aurons montré qu'il existe chez le public un désir ardent de s'instruire et de se renseigner.

Il est juste de dire que cette Exposition est remarquable à un double point de vue : et par la valeur des pièces, dessins, photographies et documents divers qu'elle renferme, et par la façon dont ces documents s'y trouvent classés et commentés. Elle est riche, parce qu'elle a été faite avec les collections rapportées depuis 30 ans par les explorateurs français MM. Grandidier, Humblot, Catat, Maistre, Foucart, Douliot, Alluaud, Gautier, Grevé, etc... Plusieurs innovations des plus ingénieuses y ont été introduites. Les photographies, par exemple, ont été disposées par *régions*, et accompagnées de notices explicatives et de cartes géographiques, sur lesquelles est teintée la région à laquelle ces photographies se rapportent. Près de chaque groupe d'animaux, une carte géographique indique la répartition de chaque espèce, et une notice manuscrite donne des renseignements sommaires, mais précis, sur les mœurs et l'utilité des principaux types.

Grâce à cette nouvelle disposition, qui permet au visiteur d'observer, de s'intéresser à tous les objets, l'Administration du Muséum, tout en conservant à l'Exposition son caractère essentiellement scientifique, l'a rendue accessible au grand public. Il serait injuste de ne pas dire que le Directeur du Muséum, M. Milne-Edwards, a été merveilleusement secondé par la précieuse et active collaboration de M. A. Grandidier, qui, depuis de nombreuses années, se consacre, comme on sait, à l'étude de Madagascar. A côté des apports faits à l'Exposition par les autres explorateurs, les siens tiennent incontestablement le premier rang.

Nous allons essayer d'indiquer ici, d'après ces voyageurs et ces savants, l'état actuel de nos connaissances sur l'ensemble de Madagascar, la constitution géographique et géologique de l'île, sa flore et ses richesses forestières, les races humaines qui la peuplent et leur état de civilisation. — Nous passerons complètement sous silence toutes les questions qui demandaient à être traitées chacune par un spécialiste, et que les articles qui suivront cette rapide étude ont pour but d'exposer. Nous n'avons pas non plus à parler de l'histoire des explorations à Madagascar, ce sujet étant traité plus loin par M. le Professeur Milne-Edwards.

I. — Ensemble de l'île, Géographie et Géologie.

L'île de Madagascar (fig. 1), qui s'étend entre les 12e et 26e degrés de latitude sud, est située à peu de distance de la côte orientale d'Afrique.

C'est une des plus étendues du globe : sa superficie, évaluée approximativement à 600.000 kilomètres carrés, équivaut à celle de la France et de la Belgique réunies (fig. 2). Sa longueur du nord au sud est d'environ 1.600 kilomètres, tandis que sa plus grande largeur n'atteint pas 600 kilomètres. Elle est séparée de l'Afrique par le canal de Mozambique, large de 400 kilomètres; elle est baignée à l'est par l'océan Indien, où se trouve, à 600 kilomètres, notre possession française de la Réunion.

Fig. 1. — *Carte générale de Madagascar.*

L'île peut être divisée en trois régions bien distinctes par leur aspect physique, leur constitution géologique, leur faune et leur flore. Ce sont : la région orientale, la région occidentale et la région centrale (fig. 3).

§ 1. — Région orientale.

La région orientale comprend tout le versant est de la grande chaîne de montagnes qui s'étend le long de la côte, depuis le pays de Diego-Suarez jusqu'à Fort-Dauphin, sur une largeur moyenne de 100 kilomètres.

Cette région, très montagneuse lorsqu'on s'écarte des bords de la mer, est principalement formée d'*argile rouge*, au milieu de laquelle apparaissent des *roches primitives* (gneiss, micaschistes) et des coulées de *basalte*. Les pluies y sont très abondantes, pour ainsi dire continues, et, en certains endroits, il ne tombe pas moins de 3 mètres d'eau par an. Aussi les pentes des montagnes, malgré leur mince couche d'humus, ont-elles une végétation herbacée assez vigoureuse, et les hauts du versant sont-ils bordés par une large bande de forêts.

Fig. 2. — *Superficie comparée de la France et de Madagascar.*

Les vallées sont marécageuses et demanderaient à être drainées à grands frais si l'on voulait les utiliser pour la culture.

Le décor de tout ce versant oriental, avec ses forêts puissantes, ses nombreux cours d'eau et ses torrents (fig. 4), est des plus pittoresques et fait avec raison l'admiration des voyageurs.

Ce qui manque surtout au sol de cette région, comme à celui du massif central, ce sont, d'après les renseignements que nous tenons de M. Grandidier, les calcaires et les marnes, sans lesquels la fertilité n'est pas durable. C'est un point dont les

futurs planteurs feront bien de tenir compte, s'ils ne veulent éprouver de trop grandes déceptions.

Les *fleuves* du versant oriental sont, à cause de la déclivité brusque du sol, des torrents. On peut citer : le Manompa ; le Maningoro, qui forme le lac Alaotra long de 30 kilomètres et qui fut jadis, d'après E. Reclus, une mer intérieure longue de plus de 300 kilomètres, le Mangoro, qui est le plus considérable et qui, large et peu profond, coule entre les deux bandes forestières en une belle vallée où les villages entourés de jardins se perdent dans les feuillages. Après avoir traversé cette plaine, une longue et puissante chaîne de montagnes apparaît comme un mur gigantesque : c'est le rebord du massif central.

La *côte* est plate et peu découpée ; elle ne présente que la magnifique baie de Diego-Suarez (fig. 1, page 718), celles d'Antongil et de Fénerifa. Une *barre*, droite et régulière, règne sur toute la côte et rend les débarquements difficiles et dangereux. Les gros navires mouillent au large, et le débarquement s'opère dans des pirogues à balancier d'une finesse extrême (fig. 10, page 658). Tamatave est le seul port où l'embarquement puisse se faire aisément (fig. 4, page 722) ; encore est-il exposé aux cyclones pendant deux mois de l'année.

Sur le bord de la mer se trouvent d'immenses *lagunes*, peu larges et peu profondes, retenant une eau saumâtre, stagnante et tiède, où poussent des nénufars et des roseaux. De loin en loin, une communication avec la mer. On pourrait, avec quelques travaux, faire communiquer ces lagunes entre elles et créer une navigation intérieure qui suppléerait aux obstacles de la *barre* et permettrait le cabotage. Vers Mahanoro (fig. 5), dans la région moyenne, la lagune est très poissonneuse, et la pêche est organisée par les habitants, qui établissent de grands barrages à l'aide de branches entrelacées, avec des nasses dans les ouvertures (fig. 6).

Fig. 3. — *Carte des trois grandes régions géographiques de Madagascar.*

Ces plaines basses et marécageuses qui avoisinent la mer, sont excessivement malsaines, et c'est là que la fièvre fait ses plus grands ravages (fig. 7).

Au nord de la côte orientale se trouve notre colonie de Diego-Suarez, avec sa baie magnifique et sa capitale Antsirane ; sa situation particulière l'a fait appeler justement la *Citadelle de l'océan Indien*. A une faible distance se trouve la montagne d'*Ambre*, sur les flancs de laquelle se sont établis des colons français, originaires du Jura ; leur habitation est entourée de jardins dans lesquels ils font de la culture maraîchère (fig. 8).

Les principales villes du littoral sont : Vohemar, Fenerifa, Tamatave, Mahanoro et Fort-Dauphin. *Tamatave*, qui a une population de 20.000 habitants, est le port le plus important de Madagascar (fig. 9 et 11). Les Malgaches et surtout les Indiens Malabars y font un commerce actif. De Tamatave partent des caravanes pour Tananarive : plus de 900 porteurs ou *borizana* marchent entre les deux villes, transportant voyageurs et marchandises.

§ 2. — Région occidentale.

Cette région est relativement plate, avec, çà et là, des collines et de petites chaînes de monta-

Fig. 4. — *Torrent du versant oriental de Madagascar.* — Le torrent photographié ici représente, non pas un cas isolé, mais bien le type des rivières torrentielles de la côte Est.

Fig. 5. — *Mahanoro, ville de pêcheurs sur la lagune de la côte orientale, dans la région moyenne de Madagascar.*

Fig. 6. — *Barrages et paniers pour prendre le poisson dans les rivières de l'Est.*

Fig. 7. — *Plaine marécageuse d'Anamarika (Baie de Diego-Suarez).* — Cette plaine est le type des régions à [illegible] un système de nombreuses petites failles formant une [illegible] de découpures peu profondes, à fond argileux, où l'eau ne [illegible] pas [illegible] marais pestilentiel.

Fig. 8. — *Etablissement de colons français à 1.000 mètres d'altitude sur la Montagne d'Ambre, dans des conditions parfaites de salubrité, au-dessous du Sanatorium où se réfugient les impaludés des régions basses.*

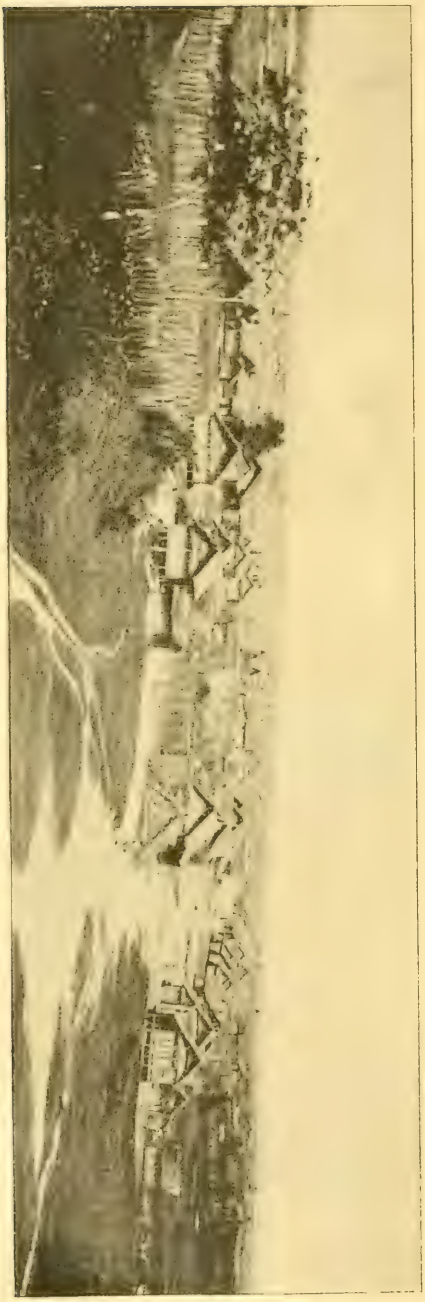


Fig. 9. — *Tananarive. Vue de la vieille ville, habitée par les Indigènes.*

gnes. Elle est plus élevée dans le sud que dans l'ouest. Son climat très sec, — car il n'y tombe pas plus de 30 à 40 centimètres d'eau par an, — ne permet la culture que sur les bords des fleuves. Cette vaste zone est caractérisée par des plantes qui ne craignent pas la sécheresse : *Baobabs*, *Tamariniers*, *Arbres de Cythère*, *Lataniers* épineux et rabougris, *Euphorbiacées* arborescentes, *Didierea*, etc.

Absolument aride et désolée dans le sud et le sud-ouest, cette région s'améliore vers le nord. Dans le Ménabé, par exemple, sont de vastes pâturages où les Sakalaves élèvent les plus beaux bœufs de Madagascar.

Presque tout l'ouest, d'après les récents travaux de M. Gautier, qui a exposé une carte géologique

Fig. 10. — *Pirogue à balancier.*

dont nous reproduisons une esquisse (fig. 12, p. 660), appartient aux *roches sédimentaires* (grès, argiles et calcaires). On trouve aussi, en divers points, des *basaltes*, ce qui prouve que les éruptions basaltiques ne sont pas spéciales à la côte est, comme on le croyait. Des fossiles jurassiques, crétacés et tertiaires, recueillis par divers explorateurs ont permis d'établir l'âge de ces différents terrains.

Ces dépôts sédimentaires, qui ne sont jamais plissés, ont été coupés par des failles; d'où il résulte que dans l'ouest malgache les horizons sont rectilignes, les accidents de terrain sont de vrais plateaux, et les vallées, des gorges, des couloirs étroits à parois verticales.

Cette région, qui est l'habitat des tribus indépendantes, est, par suite, la partie la plus mal connue de l'île. Dans le sud, cette plaine sakalave est recouverte d'argiles colorées et sillonnées de failles par lesquelles s'écoulent des sources bitumineuses et des sources de poix.

Fig. 11. — *Tamatave. Vue du quartier européen.*

Au sud, trois grands plateaux séparés par les rivières Saint-Vincent et Saint-Augustin. Le plus septentrional a été exploré par M. Grandidier et par Douliot; il est bordé à l'est par la chaîne de l'Isalo, dont le versant oriental est un des plus pittoresques par ses gorges et ses cañons qui le coupent et laissent des parois hautes de 400 mètres.

L'ouest malgache, dans son ensemble, est parcouru par deux vents de direction et d'influence contraires : par l'extrémité nord du canal de Mozambique entrent des moussons chargées de pluie; par l'extrémité sud, des vents qui, ayant passé pardessus les mers antarctiques, sont frais et asséchants. Aussi, à mesure qu'on s'avance vers le sud, les pluies sont-elles moins abondantes : au nord, six mois de pluie; à Majunga, trois mois; plus au sud, les plantes grasses apparaissent, et, à l'extrême sud, des années entières se passent sans pluie, et les embouchures des petits fleuves sont souvent à sec.

Les *fleuves* sont plus développés que dans l'est; on peut citer le Majamba. Le Betsiboka et l'Ikopa (fig. 3, p. 720), passant à Tananarive, se rejoignent près de Suberbieville pour se jeter dans la baie de Majunga. C'est la route suivie en ce moment en sens inverse par notre expédition militaire.

Plus au sud, on trouve le Fiherana, qui aurait à sa source un certain degré de salure, attestant la présence de sel gemme dans les montagnes de l'Isalo; puis, enfin, les rivières Saint-Vincent et Saint-Augustin.

Fig. 12. — *Carte géologique de Madagascar, d'après M. E. Gautier.*

Tous ces fleuves ont leur cours interrompu par des rapides et ne sont, par conséquent, pas navigables. Le Betsiboka cependant, navigable pendant 150 kilomètres (sur 800), est utilisé en ce moment par nos chalands pour assurer le ravitaillement de nos troupes, dont le centre d'opération est établi à Suberbieville.

En résumé, il n'y a pas, à Madagascar, de grandes voies de pénétration fluviale.

Les *côtes* du nord-ouest, avec leurs falaises crayeuses et leurs nombreuses baies, offrent de beaux ports à l'abri des cyclones de l'océan Indien : tel le port de Majunga, où nos troupes ont opéré leur débarquement.

Les côtes basses et sablonneuses du Ménabé n'offrent aucun bon port, l'embouchure des fleuves étant obstruée de barres formidables.

Sur la côte du sud-ouest, l'absence d'embouchure favorise le développement des coraux, qui empâtent et accroissent continuellement la côte.

Le Saint-Augustin débouche par un grand *estuaire* qu'entretiennent les vagues de l'océan Antarctique, tandis que, dans tout le reste de la côte occidentale, les fleuves se terminent en *deltas* recouverts de *Palétuviers*.

Fig. 13. — *Ankorahotra. Vue de la colline.*

Les principales villes de cette côte sont *Majunga* et *Tullear*. Au nord se trouve l'île de *Nossi-Bé* avec Helleville (fig. 2, p. 719) pour chef-lieu; c'est un poste important comme entrepôt de marchandises, et qui comprend environ 10.000 habitants.

§ 3. — Région centrale.

C'est un vaste chaos de montagnes, qu'on a comparé, non sans raison, à une mer agitée, qui aurait été subitement figée. Cette région montagneuse est surtout formée de *roches cristallines primitives* (gneiss et micaschistes), au milieu desquelles apparaissent des affleurements de *basaltes* et plus rarement de *calcaires cristallins*.

Ce massif est isolé dans l'île comme un *nid d'aigle*, suivant l'expression pittoresque des Hovas. Son altitude moyenne est de 1.500 mètres; un grand massif, l'Ankaratra, qui domine tout le pays au sud-ouest de Tananarive, a 2.600 mètres d'altitude. C'est une région absolument dénudée. Aussi les Hovas qui l'habitent portent-ils, en malgache, le nom d'Ambanylanitra, c'est-à-dire « sous le ciel », ce qui signifie, d'après une étymologie sakalave contestable du reste, « ceux qui n'ont d'autre abri que la voûte du ciel, pour qui l'ombre des arbres n'existe pas ». On ne trouve d'arbres, en effet, que dans les vallées étroites, le long de petites rivières qui leur fournissent l'humidité nécessaire. La sécheresse dure d'avril en octobre.

Dans le fond des vallées se trouvent des rizières fertiles (fig. 12, page 732); sur les coteaux des troupeaux de bœufs, et un peu partout des maisons en terre et en briques. Le sol est une argile rouge, dure, parsemée de blocs de granit.

Le massif central se termine presque partout à l'ouest par un abrupt de 7 à 900 mètres; c'est le *Bongolava*; mais, sur les deux routes allant de Majunga à Tananarive, celle du Betsiboka et de l'Ikopa, la montée se fait progressivement, sans ressaut brusque (fig. 2, page 716). C'est par ce chemin que notre armée arrivera à Tananarive. Le climat, qui y est tempéré, permet aux Européens de s'y acclimater parfaitement et d'y travailler manuellement.

Cette région comprend comme villes importantes : Tananarive, Ambohimanga et Fianarantsoa.

Tananarive, situé à 300 kilomètres de Tamatave et à 450 kilomètres de Majunga, et dont la population dépasse 100.000 habitants, s'étage sur un massif isolé dans une vaste plaine (fig. 14). Sur le point culminant (1.420 m.) est bâti le palais de la Reine (fig. 43, page 689). Les principaux édifices apparaissent au milieu des bouquets de manguiers et de lilas de Chine; mais, si l'aspect extérieur est riant, l'intérieur de la ville est désenchanteur; les rues sont de véritables fondrières (fig. 15); elles aboutissent à la place du Zoma, où se tient le grand marché de ce nom le vendredi.

Ambohimanga, à six lieues de Tananarive, est la ville sainte des Hovas ; et c'est là que, poursuivis par nos soldats, ils doivent, dit-on, se réfugier.

Fianarantsoa est la capitale du pays Betsileo, qui est une région essentiellement agricole.

§ 4. — Passé géographique et passé géologique de l'île

Si l'on ajoute au remarquable travail de M. Grandidier sur l'histoire de nos connaissances géographiques les données acquises par les récents explorateurs, on aura un ensemble à peu près complet. M. Grandidier a exposé au Muséum une série curieuse d'anciennes cartes (du XIIe siècle à 1865), parmi lesquelles on remarque la première carte donnant une idée exacte de la position et de la configuration générale de cette île, et qui remonte à 1517 ; à côté se trouvent de belles cartes modernes, dressées par M. Grandidier et par les R. P. Roblet et Colin.

L'histoire géologique de Madagascar est intéressante : elle montre, en effet, d'une manière très nette, les relations géologiques de cette île avec le continent indien. D'après Oldham, la similitude des flores fossiles du trias du Sud africain et de l'Inde, prouve l'existence d'un continent indo-africain, qui devait occuper une large partie du Pacifique actuel. D'autre part, on sait, d'après Neumayr — et les récentes études géologiques appuient l'hypothèse du savant autrichien, — que les dépôts jurassiques de l'Afrique orientale et de la côte occidentale de Madagascar semblent bien s'être formés dans une grande mer intérieure, une *Méditerranée Ethiopique*, qui aurait été séparée du Pacifique par une *presqu'île indo-malgache*. Enfin, d'après Oldham et de récentes observations de M. Boule, le crétacé supérieur de Madagascar, par son faciès biologique, se rapproche de celui de l'Inde, et montre qu'une connexion terrestre a dû exister, pendant cette époque géologique, entre le continent africain, Madagascar et l'Indoustan.

En somme, par son passé géologique, Madagascar doit être rattachée à la région indienne. L'étude de la faune, de la flore et aussi des races humaines, conduira aux mêmes conclusions.

II. — Flore et forêts.

La flore de Madagascar offre un caractère original, qui a été bien mis en évidence par les beaux travaux de M. Grandidier et de Baillon : parmi les 2.500 plantes connues et classées, les unes rappellent les végétaux d'Afrique, d'autres ceux de l'Amérique du Sud ou de l'Australie; mais c'est

Fig. 14. — *Tananarive, vue de l'Est.*

Fig. 45. — *Rue à Tananarive.*

surtout des plantes asiatiques qu'elles se rapprochent le plus.

La végétation de Madagascar varie beaucoup suivant les régions. On peut, à ce point de vue, comme nous l'avons fait pour la géologie, diviser l'île en trois régions :

1° La région *orientale*, avec une végétation forestière puissante et variée ;

2° La région *occidentale* qui, exposée aux vents desséchants de l'Afrique, est aride et broussailleuse ;

3° La région *centrale*, qui est privée d'arbres et qui est un pays essentiellement agricole.

que les Betsimisarakas utilisent pour faire des sortes de cruches à eau ; pour cela, ils percent avec une sagaie les cloisons du bambou, sauf la dernière, qui sert de fond à ce vase cylindrique, dont la longueur peut aller jusqu'à 4 mètres (fig. 17).

Sur les *collines*, on trouve le fameux « Arbre des voyageurs » ou « Ravinala » (*Urania speciosa*). Cet arbre, très voisin des bananiers, a le tronc lisse, élevé et surmonté d'un magnifique éventail de larges feuilles vertes, au nombre d'une vingtaine, et longues de 2 mètres environ, sur 50 centimètres de largeur ; ces feuilles ont de longs pétioles qui, comme les rayons d'une roue gigantesque,

Fig. 16. — *Arbre des Voyageurs.*

§ 1. — La Flore.

1° *Région orientale*. — La flore varie suivant qu'on l'étudie sur les côtes, dans les plaines marécageuses ou sur les collines.

Le long des *lagunes* existe une végétation spéciale, formée de nombreux Vakoa (*Pandanus*), solidement ancrés par leurs racines fourchues, et dont les feuilles, repliées en cornet, font d'excellentes cuillers ; des *Brehmia spinosa*, dont les fruits ont une pulpe très estimée des indigènes ; de nombreux palmiers et autres arbres recouverts de magnifiques orchidées parasites. Dans les lagunes, aux environs de Mahanoro, croît le copalier (*Hymœna verrucosa*), bel arbre de la famille des Légumineuses, qui sécrète la gomme. On trouve, enfin, de nombreux bambous,

s'encastrent les uns dans les autres. De profil, cet arbre se réduit à une simple ligne ; de face, il se déploie en un colossal éventail (fig. 16). Il doit son nom à ce que l'eau atmosphérique, rassemblée dans les replis du pétiole, sert, paraît-il, à rafraîchir le voyageur altéré ; cette explication n'est guère admissible, car cet arbre ne pousse que dans le voisinage des cours d'eau, et jamais dans les régions arides. Il sert, comme le Raphia, dans la construction des cases ; sa feuille fraîche sert de plat aux indigènes, et, avec ses jeunes feuilles, on fait une soupe très indigeste.

Cet arbre est caractéristique de toute la région orientale ; on ne le trouve jamais, cependant, au-dessus de 600^{m} d'altitude.

Le Raphia (*Raphia Madagascariensis*, *Sagus Raphia*

Fig. 17. — *Femmes Betsimisarakas allant chercher de l'eau dans des tiges de bambou, qui leur servent de vases.*

Fig. 18. — *Baobab (Adansonia Grandidieri) de la région nord de Madagascar.*

Fig. 19. — *Baobab (Adansonia Zâ) répandu dans le nord de la région occidentale.*

Fig. 20. — *Baobab (Adansonia Madagascariensis) surtout répandu dans le sud de la région occidentale de Madagascar.*

est un palmier au port gracieux, qu'on rencontre partout à Madagascar, sauf sur le Massif central. Son tronc, couvert d'aspérités, qui marquent l'attache des anciennes feuilles, porte à son sommet un bouquet de belles feuilles atteignant parfois de 5 à 6 mètres de longueur, et composées d'un grand nombre de folioles insérées à angle droit sur la nervure médiane. On utilise toutes ces parties : les nervures donnent de solides perches pour la construction des cases (fig. 11, p. 731) et la fabrication des *filanjanas*, chaises à porteurs (fig. 7, p. 725 et fig. 9, page 726) ; le bourgeon terminal, comme le chou palmiste, est un comestible très goûté ; enfin, la fibre du Raphia est un textile souple et résistant, qui sert aux indigènes pour fabriquer des vêtements grossiers, des cabanes ; ces fibres brutes, mises en paquets, sont expédiées en Europe, où elles sont utilisées par les viticulteurs et les jardiniers, qui les préfèrent aux joncs.

Vers 400^{m} d'altitude les Raphias et les Ravinalas disparaissent : on entre alors dans la première zone forestière, qui sera décrite plus loin.

Sur le versant oriental, les lianes à caoutchouc (*Vahea gommifera Madagascariensis*) sont très communes dans les forêts.

2° *Région occidentale.* — Cette région, qu'on pourrait appeler la région de la *brousse*, occupe les trois quarts de l'île. La végétation est loin d'atteindre la puissance et la splendeur de la forêt orientale. Elle est recouverte d'herbes sèches, dures, qui, au mois de mars, peuvent avoir 2^{m}50 de haut. Il faut faire exception pour les beaux pâturages du Ménabé. Vers le sud apparaissent les plantes grasses et épineuses, dont le suc remplace l'eau dans l'alimentation indigène.

Le Satrana (*Hyphæna Madagascariensis*), qui est le Latanier de Madagascar, caractérise l'ouest sakalave, comme le Ravinala caractérise l'est.

Le gigantesque Baobab donne aussi à cette région un cachet bien spécial. Il est représenté à Madagascar par plusieurs espèces qui peuvent être distinguées par leurs fruits, et dont les principales sont :

Adansonia digitata, très grand arbre à fruits allongés et gros ;

Adansonia Madagascariensis, à fruits arrondis (fig. 20) ;

Adansonia Grandidieri, dont les fruits ont une forme ovale (fig. 18) ;

Adansonia Zâ (fig. 19).

Le *Didierea*, que Baillon classe dans les Sapindacées, est un arbre de 4 mètres de haut, à l'aspect « cactiforme » et simulant un gigantesque Lycopode ; il forme de véritables champs dans les plaines arides du sud-ouest : ses graines contiennent un alcaloïde voisin de la caféine, et, comme cette dernière, il provoque la mort par tétanisme. Le *Tanghenia venenifera* (Apocynées), qui fournit une amande contenant un poison qui, à la dose de quelques milligrammes, tue l'homme par arrêt du cœur ; aussi a-t-il servi à fabriquer le poison d'épreuve malgache : le *tanguin*.

Enfin la région du sud, très aride, n'offre plus que quelques « Arbres de Cythère », entre lesquels apparaissent des nids de Termites qui peuvent avoir jusqu'à 60 centimètres de hauteur.

3° *Région centrale.* — Cette région, qui représente le cinquième de l'île, est dénudée. Quelques arbres se rencontrent seulement dans les gorges étroites. Les habitants de cette région, Hovas et Betsileos, ont détruit de grands bois, soit pour mieux apercevoir l'ennemi, soit pour faire paître leurs immenses troupeaux de bœufs. Enfin, dans les vallées, se trouvent d'immenses et fertiles rizières.

§ 2. — Les Forêts.

Les forêts sont une des principales richesses de Madagascar ; elles forment, autour de l'île, une large ceinture longue d'environ 4.000 kilomètres (fig. 21).

1° *Région orientale.* — Dans cette région, la bande forestière a une largeur de 40 à 70 kilomètres, pouvant même aller jusqu'à 100 kilomètres (baie d'Antongil). Cette bande, qui est proche de la mer au nord et au sud, s'en éloigne dans la partie moyenne, et, sur plusieurs centaines de lieues, elle suit une ligne de hauteurs variant entre 500 et 1.000 mètres.

Les arbres, toujours très beaux quand ils trouvent un terrain volcanique, sont souvent rachitiques et recouverts de lichens lorsqu'ils croissent en pleine argile. Les essences les plus communes sont : le Palissandre, l'Ébène, le Manguier, le Bois de rose, le Bambou, l'Arbre à caoutchouc, etc.

Les arbres trop serrés poussent en hauteur, et, sous les voûtes sombres de leur feuillage, s'attachent des lianes puissantes, poussent des Fougères arborescentes et des Palmiers nains. Les arbres gigantesques, les ruisseaux, les cascades, un silence mystérieux font de cette région une merveilleuse forêt (fig. 22). De temps en temps, apparaît une clairière où les indigènes fixent leurs cases et créent un village.

Séparée de cette bande de forêts par la vallée du Mangoro, une deuxième zone forestière, parallèle à la première, apparaît avec une végétation différente ; elle n'a que quelques kilomètres d'épaisseur. Le climat y est plus tempéré, et souvent le brouillard forme dans les vallons des traînées qui rappellent nos paysages d'automne.

Pour cultiver le riz, l'indigène incendie souvent la forêt : c'est une pratique qu'il faudra supprimer.

2° *Région occidentale.* — La forêt est broussailleuse; ce n'est plus la splendide végétation de l'est. Et il faut aller jusqu'aux Comores, à Mayotte, pour retrouver la belle végétation, les fougères arborescentes (fig. 23), si communes le long de la côte orientale. La verdure se concentre le long des fleuves, et c'est surtout sur le versant occidental des chaînes côtières que se développent les forêts.

Vers le sud, on trouve deux bandes forestières : l'une sur la côte, et l'autre sur le versant occidental de l'Isalo. Une disposition analogue se retrouve plus au nord et montre qu'à Madagascar, c'est toujours le même principe qui règle la distribution des forêts : les versants accessibles aux vents et aux influences maritimes, seuls, sont boisés.

Entre les deux zones de forêts, s'étend une savane parsemée de Lataniers et d'Arbres de Cythère.

Au sud, se trouve une Euphorbiacée à caoutchouc, qui a pris récemment une importance considérable et dont le suc se coagule à l'air libre.

En résumé, les forêts, surtout si le flottage est organisé pour amener les arbres à la côte, seront une importante source de richesses.

Fig. 21. — *Distribution des forêts à Madagascar.*

III. — Population — État de la civilisation — Industrie.

§ 1. — **Origine de la population malgache.**

La population de Madagascar, estimée par M. Grandidier à 5 millions d'habitants, et, par M. Catat, à 7 millions, est composée d'un grand nombre de tribus, dont une moitié est incomplètement connue.

Le Malgache, généralement caractérisé par sa petite taille et par sa coloration foncée, doit être considéré comme un mélange de nègre et de jaune. Notre éminent anthropologiste, le Professeur Hamy, fait remarquer que la géologie, aussi bien que la faune et la flore, ont montré que Madagascar avait été reliée, à certaines époques géologiques, avec l'archipel Malais, ce qui le porte à émettre l'hypothèse que l'origine du Malgache doit être recherchée dans la race *indonésienne*, qui vient de l'Hymalaya oriental.

Plusieurs arguments ethniques appuient cette manière de voir : la *langue* malgache se rapproche de la langue malaise; comme les Malais, les Malgaches portent des *vêtements* faits d'écorces battues ou de fibres tissées du Raphia; comme les Indonésiens des Célèbes, ils ont la *pirogue à balancier*; comme tous les Orientaux, ils aiment passionnément la musique, et leur instrument préféré est la *valiha*, sorte de guitare à clavier de bambou, identique aux instruments du Laos des îles de la Sonde (fig. 24); leur *tatouage*, ainsi que l'a montré M. Grandidier, se fait par piqûres, comme celui des Indonésiens et non par coupures, comme chez les peuples africains; le *salut* est identique : à Madagascar, comme en Polynésie, on se frotte le nez pour s'embrasser, et la salutation du pied porté sur la nuque s'observe dans les deux pays.

Fig. 22. — *Aspect d'une forêt du versant oriental, dans la région moyenne de l'île.*

Enfin, on retrouve chez certains Malgaches les mêmes *rites funéraires* que chez les Indiens : les morts sont placés dans des troncs d'arbres creusés et recouverts d'une sorte de toit (fig. 25 ; les cadavres, habillés d'étoffes, sont tournés vers l'est, car c'est dans cette direction qu'ils doivent apercevoir les ombres des ancêtres ; l'exposition du mort y est très longue, et c'est seulement après que les parties molles se sont détachées et qu'on s'est livré à des pratiques répugnantes en grattant le squelette, qu'on procède à l'inhumation de ce squelette.

En résumé, aussi bien par sa langue, par ses mœurs et ses usages, que par sa faune, sa flore et son passé géologique, Madagascar se rattache à l'Indonésie et non pas à l'Afrique, comme le voisinage de cette terre pourrait le faire croire.

Fig. 23. — *Lianes et Fougères arborescentes à Combani.*

§ 2. — Les Races malgaches.

Les tribus qui peuplent cette île peuvent être groupées en deux catégories :

1° Les *Horas*, nos ennemis d'aujourd'hui, et les peuples qui leur sont soumis ;

Fig. 24. — *Fiancés Betsimisarakas.* — Le jeune homme joue de la valiha, sorte de harpe cylindrique très harmonieuse.

2° Les *Sakalaves* et les peuples indépendants.

Hovas et peuples soumis aux Hovas. — Ils occupent à peine la moitié de l'île, comme le montre bien la figure 26. Les Betsileos, les Betsimisarakas, les Antakares, les Antsianakas, les Bezanozanos et les Antaimoros sont les principaux peuples dominés par les Hovas.

Hovas. — Au nombre d'environ 1 million, ils habitent le centre de l'île, l'*Imerina;* leur véritable nom est *Antimerina.* M. Grandidier a publié ici même [1] une remarquable étude sur les Hovas et nous ne pouvons qu'y renvoyer le lecteur. Disons cependant que les Hovas ne représentent que l'une des trois castes qui composent la population de l'Imerina et qui sont : 1° les *Andrianas* ou nobles, d'origine malaise ; 2° les *Hovas* ou bourgeois (fig. 27), qui viennent de la race indonésienne et qui occupaient le Massif central avant la venue des Malais; 3° les *Andevos* ou esclaves, qui descendent des prisonniers de guerre ou d'individus volés dans les razzias, et chez lesquels se trouvent mélangés le sang du Jaune avec celui du Noir et parfois même avec celui du Blanc (fig. 28).

Les types *Andriana* et *Hova* se conservent avec une certaine pureté, car les usages ne permettent pas de chercher sa femme en dehors de son clan. Mais, depuis le commencement de ce siècle, les Hovas ont établi leur autorité sur les autres castes, et, dans la pratique, leur nom s'applique à tous les habitants de l'Imerina.

Ils ont le type malais : cheveux noirs et lisses, teint jaunâtre, yeux en amande, tête ronde et face large. Les jeunes filles portent les cheveux tombant sur le dos, et les femmes tressent leurs cheveux avec un soin des plus minutieux et que ne renieraient pas nos plus élégantes Parisiennes (fig. 29, page 678).

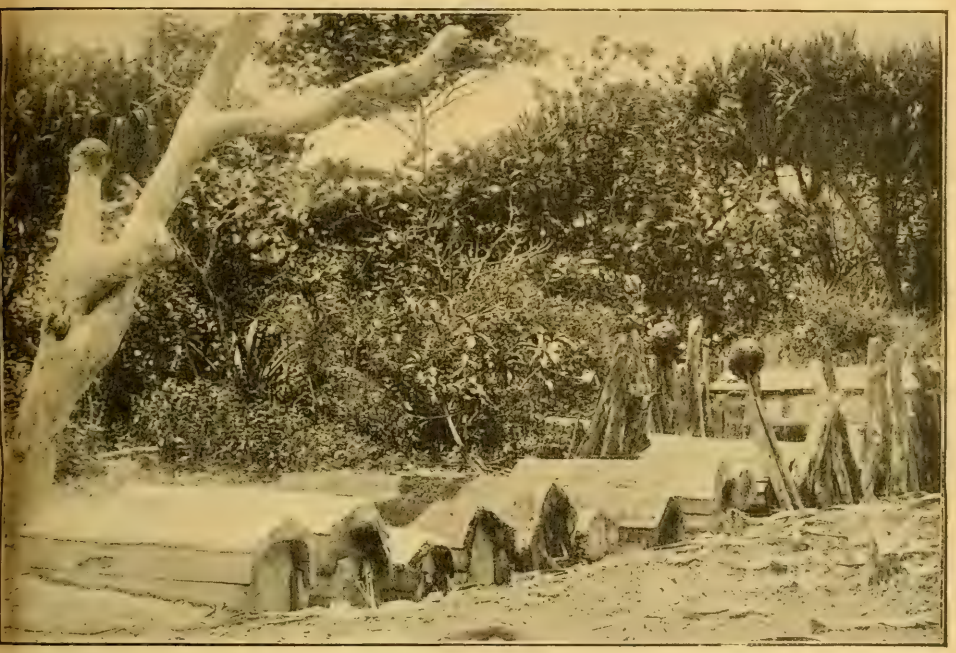


Fig. 25. — *Cimetière Betsimisaraka à Maintenandry (Côte Est).*

Le Hova se jette avec avidité sur tout ce qui a une origine européenne. Aussi a-t-il abandonné son costume national pour adopter notre costume, sous lequel il est souvent grotesque : c'est ainsi que l'on voit des gouverneurs hovas revêtus tantôt d'un uniforme de lycéen, tantôt d'un costume de général de division, ou bien encore d'un habit de suisse d'église. Ils s'habituent à s'asseoir sur des chaises et à manger avec une fourchette.

Des siècles de tyrannie, et aussi une exploitation éhontée de la part de leur gouvernement, les ont

[1] *Revue générale des Sciences*, numéro du 30 janvier 1895.

Fig. 26. — *Distribution, à Madagascar, des races hovas et des peuples soumis aux Hovas.*

Hovas — Betsileos — Betsimisarakas — Bezanozanos

Antsianakas — Antakaras — Antaimoros

Fig. 27. — *Famille Hova (Bourgeois).*

Fig. 28 — *Esclaves porteurs d'eau dans l'Imerina*

rendus hypocrites et fourbes. C'est qu'ils ont cherché à sauvegarder leur existence par tous les

Fig. 29. — *Diverses manières de se coiffer dans l'Imerina.*

moyens ; ils ne peuvent donc guère avoir les notions de justice et d'humanité qui forment la base de notre société. Voilà leurs défauts.

Mais ils ont aussi des qualités. Ils aiment les enfants et respectent les vieillards; ils sont bons patriotes, et, lorsqu'ils partent en voyage, ils emportent souvent un peu de terre prise dans leur case natale. Ils sont aussi très disciplinés: ils ont toute une hiérarchie d'honneurs, au sommet de laquelle est le premier ministre, universellement craint. Leur gouvernement est mauvais, mais il est redouté. C'est à ce gouvernement incapable et détesté que nous faisons la guerre, et il importe de ne pas le confondre avec le peuple hova qui, si nous le voulons, pourra devenir notre auxiliaire.

Chez eux, les fonctionnaires, comme le dit M. E. Gautier, ont le monopole du vol: on vole ses inférieurs et on est volé par ses supérieurs, qui sont volés par le premier ministre. De sorte que ce sont les Hovas qui travaillent, et c'est le premier ministre qui est payé.

Ils sont laborieux et persévérants dans leurs entreprises ; leurs maisons sont spacieuses, elles ont des fenêtres le plus souvent non vitrées, et sont construites en briques crues ; ce n'est plus la vague case malgache des autres régions de l'île.

Les produits de leur industrie, exposés au Muséum, nous montrent chez eux de réelles qualités. Ils forgent le fer avec habileté, et fabriquent des haches que ne désavoueraient pas nos meilleurs taillandiers. La forge malgache rappelle celle qu'on trouve en Malaisie : un feu de charbon de bois est activé par un soufflet que forment deux troncs d'arbres creusés, placés verticalement, et dans lesquels se meuvent deux pistons en bois garnis de rondelles d'étoffes; de ces deux troncs partent deux conduits en bois se réunissant bientôt en un tube unique, qui amène le courant d'air sur le feu; c'est souvent une grosse pierre qui sert d'enclume (fig. 31).

Les femmes tissent des étoffes avec de la soie indigène ou avec du coton, et elles en font leur vêtement national, le *lamba*, qui va depuis les épaules jusqu'aux genoux. Elles fabriquent aussi des dentelles, mais dont les modèles sont peu variés.

Tous ces produits sont échangés, chaque semaine à jour fixe, sur des marchés (*zoma*) où arrivent de longues files de piétons chargés de marchandises diverses.

La fameuse cérémonie du Bain de la Reine est la grande fête nationale des Hovas: c'est le *fandroana*, qu'on célèbre le 22 novembre. Au milieu des courtisans assemblés, la Reine apparaît, vêtue du lamba national, puis elle prend son bain (derrière un rideau), et la cérémonie se termine par l'aspersion de tous les assistants avec l'eau dans

laquelle la Reine a plongé sa royale personne. Des réjouissances publiques ont lieu pendant plusieurs jours pour célébrer cette fête qui marque le premier jour de l'an malgache (fig. 30). C'est la trêve des bouchers, car, à Madagascar, des cadeaux de bœufs remplacent nos traditionnels sacs de bonbons. Plus de 7.000 bœufs sont immolés ce jour-là, et les Malgaches, comme dit le P. Abinal, s'ensevelissent littéralement dans la viande de bœuf. Les danses, qui ont lieu alors, sont originales et rappellent plutôt les manœuvres d'ensemble de nos ballets modernes que des pas de couples isolés. Malgré la fête, on ne rencontre pas d'ivrognes, ir les lois sont très rigoureuses à leur égard. ussi le Hova se grise-t-il chez lui : la loi sur vresse publique a créé l'ivrognerie à domicile.

Fig. 30. — *Fête de la Reine à Tananarive au premier jour de l'année malgache.*

En résumé, c'est grâce à leur activité et à leur intelligence relative, que les Hovas ont établi leur autorité sur les peuples que nous avons cités plus haut et que nous allons rapidement étudier.

Betsileos. — Au nombre de 1.200.000, les Betsileos habitent le sud du Massif central. Chez eux, l'infiltration noire est plus grande : ils sont de plus grande taille et ont les cheveux bouclés. Ils ont un goût prononcé pour l'agriculture; aussi ont-ils creusé de nombreux canaux qui leur ont permis de transformer en rizières la moitié du pays.

Betsimisarakas. — Au nombre d'environ 800.000, ils habitent la côte orientale depuis la baie d'Antongil jusqu'à Mahanoro. Pour M. Catat, c'est le type le plus pur de la race indonésienne. Ils sont très sociables, aiment beaucoup la musique et la danse. Ils mon-

Fig. 31. — *Forge Hova à Tananarive.*

Fig. 32. — *Village de Pêcheurs (Betsimisaraka, Côte Est).*

trent du goût pour la navigation et un certain nombre s'adonnent à la pêche (fig. 32 et 33). Ils sont très doux, mais très paresseux.

Antakares (fig. 34 et 35). — Ils occupent l'extrémité nord de l'île et confinent à nos possessions de Diégo-Suarez. Ils vivent de la pêche et de l'élevage des bœufs. Ces peuples, d'origine musulmane, ont toujours donné des preuves de sympathie à la France, mais les Hovas se sont établis en maîtres chez eux. Sur la côte ouest, vit le roi Tsialana, notre allié, qui, pendant la guerre de 1885, nous a fourni 900 volontaires.

Antsianakas. — Au nombre de 250.000, ils occupent la région forestière et marécageuse située autour du lac Alaotra.

Bezanozanos. — Ils vivent dans la région forestière à l'est de l'Imerina, et aussi dans la vallée du Mangoro, entre les deux zones forestières. Placés sur le trajet de Tamatave à Tananarive, ils fournissent la plupart des porteurs; leur force et leur agilité sont, du reste, remarquables.

Antaimoros. — Ils habitent le sud de la côte orientale, et sont encore appelés les *Auvergnats de Madagascar*, à cause de leurs qualités laborieuses. Chaque année un grand nombre d'entre eux quittent leur pays pour aller louer leurs services dans d'autres parties de l'île. Ce seront d'excellents ouvriers pour les cultivateurs et les industriels qui s'installeront à Madagascar.

Fig. 33. — *Barque de Pêcheurs Betsimisarakas.*

L'armée Hova (fig. 36 et 38). — Les Hovas ont établi, chez eux et chez tous les peuples qui leur sont soumis, le service militaire obligatoire pour tous les hommes libres de plus de 18 ans, et la

Fig. 31. — *Femmes Antankares (Nord de Madagascar)*

Fig. 35. — *Tsialana, roi des Antankaves (Nord de Madagascar).*

Fig. 36. — *Le Général commandant en Chef l'Armée Hova, et sa fille.*

Fig. 37. — *Répartition, à Madagascar, des Sakalaves et des peuples indépendants des Hovas.*

durée de ce service est de 5 ans. L'armée peut se composer d'environ 30.000 hommes, qui doivent s'habiller, se nourrir et se loger à leurs frais! La série des grades est complète depuis le simple soldat, qui est 1er honneur, jusqu'au Maréchal, qui est 12e honneur; il paraît même que, pour satisfaire certaines ambitions, il a fallu créer quatre grades supérieurs à celui de Maréchal.

L'armée Hova possédait il y a quelques années 20.000 fusils se chargeant par la culasse et 10.000 fusils à pierre ; mais, depuis 1892, un Anglais, le colonel Shervington, a complété cet armement, qui aujourd'hui comprend, avec des fusils plus perfectionnés, environ 300 bouches à feu, dont des mitrailleuses, des canons-revolvers, des hotchkiss et des pièces de campagne.

En somme, nous pouvons dire que l'armée Hova, mal organisée, peu belliqueuse, sera un faible obstacle pour notre armée. La grosse difficulté, c'est l'approvisionnement de nos troupes dans cette région de l'ouest, qui est à peu près dépourvue de ressources, et l'on peut dire que c'est l'administration militaire qui est chargée de remporter la victoire.

Sakalaves et peuples indépendants (fig. 37). — Ils occupent la plus grande partie de l'île et peuvent être rangés en deux groupes : ceux qui sont en partie soumis aux Hovas, comme les Sakalaves, les Antanossy, les Tanalas et les Bares ; et ceux qui sont complètement indépendants, comme les Antandroy et les Mahafaly.

Sakalaves. — Au siècle dernier, ils étaient le peuple le plus puissant de l'île ; mais leurs dissensions divisèrent leur autorité, et aujourd'hui, ils subissent en partie la domination des Hovas. Ils s'étendent depuis le nord de l'île jusqu'à la baie de Saint-Augustin, occupant ainsi presque toute la région occidentale, mais surtout le voisinage des côtes et des grands cours d'eau navigables. Les villages sakalaves s'éloignent rarement à plus d'une soixantaine de kilomètres de la côte.

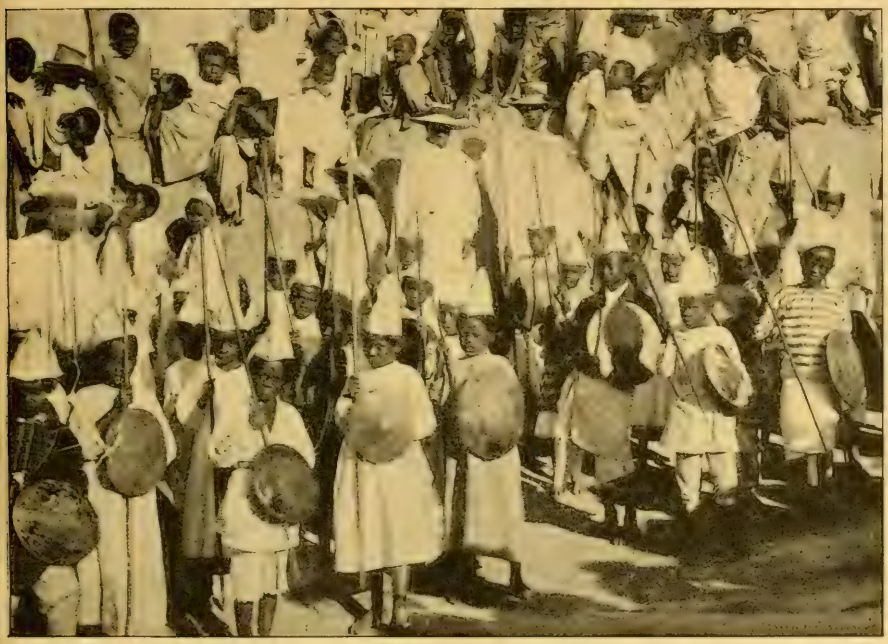


Fig. 38. — *Garde du corps de la Reine Ranavalona III.*

Les esclaves introduits par les Arabes ont fait prédominer l'élément nègre : aussi ont-ils les cheveux crépus et les lèvres épaisses.

Les principales tribus sakalaves sont, du nord au sud : le Bouéni, l'Ambongo, le Ménabé et le Fiherenana. Les Sakalaves du Bouéni, de l'Ambongo et du Ménabé font de l'élevage ; ceux des côtes sablonneuses du Ménabé se consacrent à la pêche et au cabotage dans de grandes pirogues.

On a dit qu'ils étaient les alliés de la France; cela est vrai pour le nord-ouest, où ils nous témoignent leur sympathie dans l'espoir d'une protection contre les Hovas. Mais, en réalité, il serait peu prudent de s'appuyer sur ces peuplades, qui ont des instincts nomades et un amour extraordinaire du pillage. M. Gautier cite un roi du Ménabé qui, chaque année, se met à la tête de bandes armées pour aller rançonner ses voisins; il ramasse ainsi de quoi vivre pendant la belle saison, et se repose pendant la saison pluvieuse.

Le peuple ne se conduit pas autrement et a des habitudes invétérées de brigandage. Les fameux brigands malgaches, les *Fahavalos*, sont des Sakalaves. Ce sont eux qui rendent inhabitables ces vastes étendues qu'on peut prendre, sur les cartes, pour des déserts, mais où en réalité il y a de l'eau et de la verdure autant qu'ailleurs.

Chez les Sakalaves et dans la plupart des tribus indépendantes du sud, dit M. Gautier, qui a bien étudié toutes ces régions, on vole et on tue comme on respire, c'est une fonction naturelle. En résumé, l'ouest et le sud de Madagascar constituent un véritable repaire de brigands où le pillage est à la fois général et mutuel.

Antanossy (fig. 40). — Ce sont les Malgaches des environs de Fort-Dauphin, au sud-est de l'île. Un certain nombre, plutôt que de subir la domination des Hovas, ont émigré sur les rives du fleuve Saint-Augustin; mais, depuis quelques années, apprenant que Fort-Dauphin est devenu le centre d'une exploitation importante de caoutchouc, ils y reviennent.

Fig. 39. — *Jeune fille Tanala (frontière Betsileo).*

Leurs traits sont délicats, et leurs cheveux fins et bouclés se distinguent des cheveux plats des Hovas et de la lignasse crépue des Sakalaves.

C'est surtout chez eux que les éléments sémitiques se sont mélangés à la race indonésienne, et c'est probablement à ce mélange qu'il faut attribuer leur supériorité intellectuelle.

Tanalas (fig. 39). — Ils habitent l'est du pays Betsileo, au milieu de la grande forêt. C'est une race bien constituée et aux formes harmonieuses, mais elle est fort peu nombreuse.

Baras (fig. 41 et 42). — C'est un peuple guerrier qui habite le sud du massif central, et que les Hovas n'ont encore pu soumettre complètement. Chez eux le sang africain prédomine. Leurs cheveux crépus, roulés en boule, sont surmontés d'une sorte de toiture formée par un mélange de terre blanche et de bouse de vache, et le tout est orné d'un plumet. Chez eux, comme chez les Sakalaves, l'anarchie a créé le brigandage; aussi produisent-ils des brigands aussi émérites que les Sakalaves.

Enfin, les tribus indépendantes des *Mahafaly* et

des *Antandroy* occupent la région stérile de la pointe sud, entre le cap Sainte-Marie et la baie Saint-Augustin. Ce sont des tribus à demi barbares et fort pauvres. Les Antandroy cependant élèvent des moutons.

Fig. 40. — *Jeune fille Antanossy.*

Pour terminer, nous devons ajouter que notre possession de la Réunion et aussi l'île Maurice, qui est française de langue et de cœur, envoient de nombreux colons à Madagascar. Ces deux îles surpeuplées forment évidemment une pépinière de colons qui pourront civiliser Madagascar sous la protection de notre patrie, et faire valoir les richesses naturelles de cette grande île.

§ 3. — **Les Missions et les Ecoles.**

Il n'est peut-être pas de peuple qui soit aussi rebelle à toute idée religieuse que les Malgaches. Leur conception du merveilleux s'arrête aux « esprits » et aux sorciers. Aussi bien le Malgache, malgré les efforts des missionnaires, est resté profondément sceptique.

L'influence musulmane et l'influence chrétienne ont essayé toutes deux leur action.

L'influence musulmane s'est exercée surtout chez les Sakalaves. En Afrique, où le musulman est un puissant civilisateur, le rayonnement du Soudan s'étend peu à peu vers le centre du continent. A Madagascar, l'échec a été complet; et tous les Sakalaves, depuis les rois jusqu'aux esclaves, ont conservé leurs fétiches et leurs sorciers. Il n'y a pas d'écoles arabes; les Sakalaves ne savent ni lire ni écrire et ne se doutent pas de l'existence du

Fig. 41. — *Brigand de race Bara.*

Coran. On retrouve cependant, chez ces peuples, certaines coutumes musulmanes, par exemple l'horreur de la viande de porc et la pratique de la circoncision.

En somme, actuellement, l'influence musulmane est nulle.

En revanche, les missionnaires chrétiens ont trouvé chez les Hovas un terrain particulièrement favorable. Ils obtinrent du premier ministre une loi défendant les pratiques du fétichisme et imposant à tout sujet de la Reine l'adoption de la religion chrétienne. Les missionnaires anglais firent adopter à la Reine, en 1869, une sorte de protestantisme façonné à son usage et dont elle fut le chef. Dès lors la religion de la Reine devait être la meilleure pour tous les Hovas.

Les missionnaires de Madagascar peuvent être rangés en trois groupes : les Anglais et les Norvégiens, qui sont protestants, et les Français qui sont catholiques. Ils ont couvert le pays des Hovas de leurs établissements, qui, depuis trente ans, ont fait

faire aux idées européennes des progrès énormes. Quelle a été l'influence respective de chacun de ces groupes? C'est une question d'une grosse importance politique, et qui, peut-être, a été un peu exagérée dans ces derniers temps. Nous allons essayer de la résoudre et de la ramener à sa juste valeur.

1° Etablissements Anglais. — Les missions protestantes anglaises sont les plus anciennes de l'île. Aujourd'hui elles comptent 68 missionnaires, environ 6.000 auxiliaires indigènes, 92.000 élèves dans leurs écoles, 310.000 adhérents, 1.176 écoles et plus de 1.300 temples; elles ont 25 diocèses, dont 15 dans l'Imerina, 7 chez les Betsileos et 3 dans les autres provinces; elles possèdent 3 imprimeries, 2 hôpitaux et une léproserie; elles disposent d'un budget annuel d'environ 1 million. Par des rétributions scolaires et par des quêtes, elles augmentent leurs ressources, ce qui leur permet chaque année de créer de nouveaux établissements qui attestent leur puissance.

Les missionnaires anglais appartiennent à trois sectes : *Quakers*, *Anglicans* et *Indépendants*.

Fig. 42. — *Guerriers Sakalaves. Prince Bara et l'un de ses soldats.*

Les *Quakers*, représentant la société *Friend's foreing Missionary Association*, ont une influence peu considérable.

Les *Anglicans*, représentant la *Society for the propagation of the Gospel*, ont été les pionniers de l'influence anglaise à Madagascar et ont toujours usé de procédés corrects à l'égard de nos missionnaires. Aujourd'hui, du reste, ils ont laissé la direction du culte nouveau, qui a la Reine pour chef, à leurs coreligionnaires, les *Indépendants*. Aussi leur influence a-t-elle considérablement diminué.

Les *Indépendants* de la *London Missionary Society*, ou les *Méthodistes*, comme nous disons, ont montré à nos missionnaires une hostilité invariable et haineuse. Leur influence est certainement considérable.

2° Etablissements Norvégiens. — Les missions anglaises ne sont pas les seules missions protestantes à Madagascar; il faut ajouter les missionnaires norvégiens de *Norway Mission Society*, qui sont Luthériens et dont les sentiments sont moins hostiles à la France que ceux des « méthodistes ». Ils sont au nombre de 44, qui évangélisent chez les Betsileos, les Sakalaves et les Bares. Ils ont 1.120 pasteurs indigènes, environ 37.000 élèves et 50.000 adhérents.

3° Etablissements Français. — La Mission Catholique est représentée par des Jésuites arrivés dans l'île vers 1830. Elle se compose de 114 Français, 641 instituteurs indigènes, 17.000 élèves répartis dans 600 écoles primaires, 9 écoles normales, 1 collège; elle compte 130.000 adhérents. Il est intéressant de voir quels sont les résultats obtenus par ces missionnaires avec leur budget annuel de 200.000 francs, dont 20.000 francs sont fournis par le Gouvernement français.

Ils ont édifié à Tananarive une belle cathédrale en pierre dure (fig. 43); ils ont établi à Ambohipo, près de Tananarive, un collège, qui est en même temps une ferme-école où l'on essaie d'acclimater les produits européens. Dernièrement encore M. Paul Camboué, procureur de cette mission, adressait à la *Société nationale d'Acclimatation* des notes fort intéressantes sur la culture du blé, de la vigne, de la pomme de terre, etc.

Enfin, ils ont élevé sur la colline d'Ambohipo un Observatoire astronomique et météorologique (fig. 46), que le R. P. Collin dirige en parfait savant. Cet observatoire, bien installé, est pourvu de la plupart des instruments scientifiques perfectionnés par la technique moderne de nos constructeurs : baromètres, actinomètres, actinographes, anémomètres, etc.

En résumé, sur 8.000 maîtres d'école indigènes,

Fig. 43. — *Cathédrale, Palais de la Reine et Batterie de canons sur la colline à Tananarive*

nos missionnaires français n'en ont que 640; et sur les 150.000 élèves, 17.000 seulement appartiennent à nos écoles.

L'influence anglaise semble donc être considérable en même temps que funeste à nos intérêts. N'y aurait-il pas là un danger menaçant pour l'avenir de notre future colonie?

Je ne le crois pas; car les Malgaches vont, *selon leur intérêt*, à l'église ou au temple. Dans une même famille, comme le fait remarquer M. E. Gautier, un fils va chez les Anglais, un autre chez les Norvégiens, un troisième chez les Français. Le Hova se contente de prendre dans l'enseignement religieux un peu d'instruction pratique; les controverses dogmatiques l'inquiètent fort peu: c'est un utilitaire avant tout.

Le jour prochain où le pays nous appartiendra, il suffira d'établir que les écoles françaises, seules, donneront accès aux fonctions publiques, pour que le lendemain nos écoles soient débordées. Les Anglais, cette fois, auraient travaillé pour nous!

§ 4. — Industrie des Produits animaux.

D'autres collaborateurs de cette *Revue* diront plus loin les exploitations qui pourront être tentées à Madagascar; indiquons seulement ici quelles industries pourront y être créées pour utiliser les *produits animaux*, si riches en ce pays. Parmi ces derniers nous devons citer en première ligne la viande des bœufs, si abondants à Madagascar, bœufs à bosse (*Bos Zebu*), qui vivent même à l'état sauvage en troupeaux nombreux. L'élevage du bœuf se fait surtout en pays sakalave: pendant la journée les bœufs errent dans la brousse, et la nuit ils sont enfermés dans des parcs. Leur chair est excellente, et leur bosse même fournit un aliment très recherché des indigènes; aussi ce sont eux qui fournissent aux îles voisines de Madagascar leur provision en viande fraîche. L'élevage de ces animaux pourra prendre une plus grande importance et faire une concurrence sérieuse aux produits des colonies australiennes et des États de la Plata, beaucoup plus éloignés de l'Europe.

Fig. 44.

Fig. 45.

Fig. 44 et 45. — *Fillette Hova, pensionnaire des Ecoles européennes de Tananarive.*

Un bœuf gras, pesant environ 300 kilogrammes, se vend de 30 à 40 francs; si l'on tient compte des sous-produits tels que les peaux, les cornes, les suifs, etc..., qui s'écoulent assez régulièrement, le prix de la viande sera de 8 à 10 centimes le kilogramme. C'est ce qui avait décidé une société, « la Graineterie française », à établir près de Diégo-Suarez une usine (fig. 47) pouvant traiter

Fig. 46. — *Observatoire astronomique et météorologique à Tananarive.*

250 bœufs par jour et capable d'approvisionner en excellente viande de conserve toute notre armée.

Pour de nombreuses raisons, indépendantes du pays, cette usine a cessé de fonctionner; mais il est probable qu'après l'expédition elle sera remise en activité, et cela dans l'intérêt même de la colonie française. Il est bon d'indiquer les raisons qui semblent avoir empêché la réussite de cette entreprise : munie du matériel le plus complet, même d'une tannerie électrique, son installation avait coûté 8 millions ; de plus, un des directeurs ayant fait, au début de la saison sèche, un achat trop considérable de bœufs, environ 6.500, l'herbe manqua à ces bêtes qui perdirent de leur embonpoint, et firent baisser le rendement et la qualité des produits. En même temps, l'on se montrait très rigoureux au Ministère de la Guerre, et les conserves étaient refusées.

C'est, du reste, à cette époque qu'un député français déclarait, à la tribune de la Chambre, que les conserves de bœuf bouilli étaient faites avec de la corne de bœuf, comme l'indiquait l'étiquette des boîtes « *Corned beef* » *!!!* Enfin un dernier coup fut porté à cette industrie par l'application des droits de douane : bien que Diégo-Suarez soit une colonie française, l'administration imposa les conserves à leur entrée en France, à raison de 20 francs les 100 kilogrammes, sous le prétexte un peu subtil que la colonie ne produisait pas assez de bœufs pour alimenter la fabrication, et que par suite on tuait des animaux provenant de pays de protectorat. Cette question des droits à l'entrée en France a été soumise au Conseil d'Etat, et le résultat de la campagne actuelle en amènera sans doute la prompte solution et facilitera ainsi la reprise des travaux.

C'est, nous dit M. Frot, ancien directeur de cet établissement, une affaire industrielle de premier ordre, tant pour ses collaborateurs que pour la colonie où elle est implantée.

Pour terminer ce qui a rapport aux produits animaux, j'ajouterai que l'industrie de la soie devra subir une transformation complète par la culture judicieuse du mûrier, par l'élevage raisonné du Bombyx et par le choix des reproducteurs.

Enfin, on pourrait essayer d'introduire à Madagascar des oiseaux de la Nouvelle-Guinée, tels que les Oiseaux de Paradis, les Gouras et les Pigeons Nicobar. L'absence de grands Carnassiers, de Singes et de Reptiles, qui sont très friands d'oiseaux et de leurs œufs, faciliterait cette acclimatation. L'industrie plumassière serait ainsi assurée d'une ressource qui pourrait lui manquer bientôt, en raison du massacre continu qui se pratique en Nouvelle-Guinée.

Fig. 47. — *Un des établissements de la Graineterie française pour la fabrication de conserves de bœuf, à Antogobula* (17 *mai* 1893).

IV. — Conclusions.

En somme, Madagascar n'est ni l'Eden que quelques-uns se sont plu à nous dépeindre, ni le « *cimetière des Européens* », dont ont parlé des critiques insuffisamment informés sur l'ensemble de l'île. Avec ses qualités et ses défauts, elle semble devoir être une de nos meilleures colonies; elle pourra même, plus tard, être supérieure aux autres parce que, dans une grande partie de l'île, le climat permettra aux colons européens de travailler manuellement.

Enregistrons aussi cet enseignement de l'observation scientifique que nous devrons, pour y établir notre influence, nous appuyer sur les peuples d'origine *malaise* et non sur les *nègres*. C'est alors que nous pourrons faire à Madagascar, avec les Hovas, ce que nos voisins les Hollandais ont fait, avec les Malais, dans les Indes néerlandaises.

E. Caustier,
Agrégé de l'Université,
Professeur au Lycée de Versailles.

LES ANIMAUX DE MADAGASCAR

CONFÉRENCE FAITE AU MUSÉUM [1]

MESSIEURS,

Cette série de conférences que nous nous proposons de faire sur l'Histoire naturelle de Madagascar, comme complément de l'Exposition organisée dans les Galeries de Zoologie, pourra, je l'espère, fournir d'utiles renseignements à ceux que préoccupe l'avenir de cette grande île, vers laquelle, en ce moment, nos pensées se reportent sans cesse. Et pendant que nos soldats combattent au loin pour assurer, dans un temps prochain, la sécurité de nos compatriotes au milieu d'un pays pacifié, il faut que, de notre côté, agissant dans une bien modeste sphère, nous facilitions, aux hommes de bonne volonté, l'exploitation des ressources qui demain seront à leur disposition ; il faut que nous leur apprenions ce qu'est cette mystérieuse terre, que nous leur donnions des indications précises sur ses races humaines, ses animaux, ses plantes, ses richesses minérales, car l'étude de l'histoire naturelle d'une contrée doit toujours précéder sa colonisation et sa mise en exploitation.

Ce sont les nombreux matériaux que nous avons reçus des différents voyageurs à Madagascar, qui serviront aujourd'hui, par un juste retour, à éclairer ceux qui voudront suivre les exemples laissés par ces premiers explorateurs.

Nous aurons ainsi rempli notre tâche : la mission du Muséum a été nettement indiquée lorsque — il y a déjà plus d'un siècle — le vieux Jardin des Plantes Médicinales [2] fit place à une institution plus jeune et plus vivante [3]. Nos fondateurs, professeurs et représentants de la Nation, guidés par le désir d'utiliser la science, si je puis ainsi parler, voulurent grouper dans le nouvel établissement toutes les études relatives à l'Histoire naturelle, non seulement en ce qu'elles ont de plus élevé et de plus abstrait, mais aussi dans leurs diverses applications; ils voulurent que les observations et les expériences qui s'y faisaient servissent à tous, en épargnant des essais coûteux et des déconvenues regrettables. Nous resterons donc dans le rôle qui nous a été tracé, en cherchant à représenter sous des couleurs exactes un pays que nous avons un véritable intérêt à connaître, puisqu'il va devenir bientôt un champ où s'exercera cette énergie coloniale qui nous animait jadis et qui, restée quelque temps comme assoupie, semble, de nos jours, se réveiller.

N'est-il pas désirable, en effet, que des hommes instruits, d'une probité sévère, d'un caractère digne de représenter cette France dont l'esprit chevaleresque et loyal n'est jamais contesté, se décident à peupler nos colonies et nos pays de protectorat et à y faire fructifier leurs capitaux, — fortune personnelle ou fonds confiés à leur honneur, — ne demandant au Gouvernement que justice et liberté et comptant pour réussir sur leur propre initiative?

I

Madagascar est située dans l'océan Indien, près de la côte orientale d'Afrique, et souvent on l'appelle la *Grande île africaine;* mais ce nom ne lui convient pas, et nous aurons l'occasion de dire pour quelles raisons. Elle est séparée du continent par le détroit de Mozambique qui, dans sa partie la plus resserrée, mesure encore 400 kilomètres de largeur. Sa superficie est supérieure à celle de la France entière et elle s'étend du 11° 57' au 25° 34' de latitude sud. Sa longueur est d'environ 1.600 kilomètres.

Elle fut découverte, au commencement du XVIe siècle, par un navigateur portugais et nommée l'île de Saint-Laurent. Les opérations des Portugais se bornèrent à la traite des esclaves et à quelques essais de propagande religieuse, auxquels ils renoncèrent bientôt. En 1642, la France y prit pied et le cardinal de Richelieu concéda Madagascar et les îles adjacentes à la Société d'Orient « *pour y ériger colonies et commerce et en prendre possession au nom de Sa Majesté très chrétienne* ».

M. de Pronis, agent de la Société, occupa alors l'île Sainte-Marie, la baie d'Antongil, et, quelques années plus tard, il construisait Fort-Dauphin. En 1658, le sire de Flacourt — l'un des directeurs de la Compagnie — publiait une *Histoire de la grande Ile de Madagascar*, dans laquelle se trouvent des détails très exacts non seulement sur l'état politique et économique du pays, mais aussi sur les animaux et les plantes. Chacune des espèces est décrite d'une manière reconnaissable, et l'auteur

[1] Cette conférence a été faite le dimanche 30 juin dans le grand amphithéâtre du Muséum d'histoire naturelle. Elle a été suivie de trois autres leçons :

Le jeudi 4 juillet. — *Les races humaines*, par M. E. HAMY.

Le dimanche 7 juillet. — *Le sol et ses richesses minérales*, par M. STANISLAS MEUNIER.

Le jeudi 11 juillet. — *Les plantes*, par M. E. BUREAU.

[2] Fondé en 1635.

[3] Le Muséum d'Histoire naturelle fondé en 1793.

se montre d'une sincérité d'autant plus méritoire, qu'à cette époque il était difficile de contrôler les récits des voyageurs et qu'ils justifiaient souvent le dicton : « *A beau mentir qui vient de loin.* » Nous devons payer à Flacourt un tribut de reconnaissance, et il est juste que son image paraisse à l'occasion de cette conférence. (*Projection.*)

Flacourt n'était pas naturaliste, et il ne pouvait établir de comparaison entre les productions de Madagascar et celles des contrées voisines; l'attention n'a été attirée que beaucoup plus tard sur les caractères tout à fait spéciaux des êtres vivant dans cette île et sur les différences qui les séparent de ceux de l'Afrique, cependant si proche.

C'est en 1770 qu'un homme, dont le nom doit être prononcé avec respect par tous ceux qui honorent les serviteurs dévoués de leur pays — Philibert Commerson, — après avoir visité l'Amérique, les îles de l'Océanie et celles de l'Inde, débarquait à l'île de France pour y réparer ses forces ébranlées par trois années de navigation. Mais sa réputation l'avait précédé, et Poivre, alors intendant de cette colonie, insista pour le garder afin qu'il pût étudier les productions de Madagascar.

Il faut entendre le cri que jette Commerson en arrivant sur cette terre : il eut comme la révélation d'un monde nouveau et en ressentit une vive impression. « Quel admirable pays que Madagascar, « écrit-il à un de ses amis : il mériterait à lui seul « non pas un observateur ambulant, mais des « Académies entières. C'est à Madagascar qu'est « la véritable terre de promission pour les natu- « ralistes; c'est là que la Nature semble s'être reti- « rée comme dans un sanctuaire particulier pour « y travailler sur d'autres modèles que ceux aux- « quels elle s'est asservie ailleurs : les formes les « plus insolites s'y rencontrent à chaque pas. »

Aussi se consacra-t-il tout entier à son œuvre d'exploration ; les notes et les dessins s'accumulaient dans ses cartons, mais il ne put achever la tâche qu'il s'était proposée et, le 13 mai 1773, il mourait à peine âgé de 46 ans.

Depuis cette époque, combien de Français ont parcouru les mêmes régions, confirmant ce qui avait été exprimé, avec tant d'éloquence, par Commerson et joignant de nouvelles découvertes aux siennes! Nous citerons : Sonnerat qui, revenant d'un voyage en Chine et aux îles de l'Inde, s'arrêta, en 1774, à Madagascar, où un court séjour lui suffit pour réunir d'importantes collections et rapporter en France des animaux inconnus, dont la plupart existent encore dans les Galeries du Muséum ; Sganzin, en 1840, puis Bernier et Goudot qui, à leur tour, étudièrent la faune. Mais, la prise de possession scientifique de l'île, nous la devons à M. Alfred Grandidier qui, de 1865 à 1870, l'a parcourue en diverses directions, choisissant les itinéraires ignorés, apprenant la langue et rassemblant des documents de toutes sortes qui, non seulement font la richesse de notre Musée, mais ont aussi fourni les éléments d'une œuvre magistrale intitulée : *Histoire physique, politique et naturelle de Madagascar*, dont 30 volumes ou fascicules ont déjà paru, et à laquelle nous ferons de fréquents emprunts.

La profonde connaissance du pays qu'avait M. Grandidier a été largement mise à contribution lorsqu'il s'est agi, il y a quelques mois, de déterminer la marche de notre Corps expéditionnaire, et les renseignements qu'il a pu donner ont été précieux.

Madagascar se présente sous des aspects fort divers suivant les parties que l'on étudie. Le climat, la nature du sol tracent des frontières respectées par les animaux, et il est facile de reconnaître trois provinces zoologiques différentes, correspondant à la région orientale [1], à la région centrale [2] et à la région occidentale et méridionale [3].

---

[1] La région orientale comprend tout le versant Est de la grande chaîne qui s'étend, le long de la côte, depuis Vohemar jusqu'à Fort-Dauphin, sur une largeur moyenne d'une centaine de kilomètres.

Cette région, très montagneuse dès qu'on s'écarte du bord de la mer, est principalement formée d'argile rouge, au milieu de laquelle apparaissent des roches primitives (gneiss, micaschiste) et des coulées de basalte. Les pluies y sont très abondantes; en certains endroits, il ne tombe pas moins de 3 mètres d'eau par an. Aussi, malgré le sol argileux, très pauvre en alcali et que recouvre une mince couche d'humus, les pentes des montagnes ont-elles une végétation herbacée assez vigoureuse, et les sommets du versant sont-ils bordés par une large ceinture de forêts où les arbres, parfois très beaux lorsqu'ils rencontrent un terrain volcanique ou basaltique, sont le plus souvent rachitiques ou couverts de mousses et de lichens quand ils croissent en pleine argile.

Les vallées sont marécageuses et devront être drainées. L'ensemble de cette partie de l'île est très pittoresque et fait l'admiration des voyageurs.

[2] La région centrale est un vrai chaos de montagnes, qu'on a comparé, non sans raison, à une mer agitée qui aurait été soudainement figée. De nombreux cours d'eau l'arrosent, et elle est formée d'une puissante masse d'argile, au milieu de laquelle apparaissent des affleurements de gneiss, de micaschiste, de granit, de basalte, et plus rarement de calcaire crétacé. Les arbres et même les arbustes y sont extrêmement rares; on n'en voit guère que dans certaines vallées étroites, le long des petites rivières qui leur fournissent l'humidité nécessaire. La sécheresse, qui dure d'avril à octobre, empêche, en effet, le développement de toute végétation arborescente dans ces argiles dures et compactes, et presque partout dépourvues d'alcali. La chute des pluies, qui a lieu principalement de novembre en avril, varie de 1 mètre à 1m,34.

[3] La région occidentale et méridionale est relativement plate, présentant seulement çà et là quelques collines et de petites chaînes de montagnes. Elle est plus élevée dans le sud que dans l'ouest, et formée, excepté dans le sud-est, par des grès et des calcaires secondaires; elle est traversée par quelques grands fleuves venant du massif central et par de petites rivières qui ont peu d'eau ou sont même desséchées pendant la plus grande partie de l'année. Le climat y est très sec ; il n'y tombe pas plus de 30 à 40 centimètres d'eau par an (de décembre à mars), aussi la culture ne semble guère possible que sur les bords des fleuves. Cette vaste zone est

Partout, d'ailleurs, la faune a ses caractères propres; elle n'emprunte, pour ainsi dire, rien à l'Afrique; Madagascar n'est pas un morceau détaché de ce continent, elle est elle-même.

En Afrique abondent les singes, les grands fauves, les antilopes, les girafes, les dromadaires, les zèbres, les éléphants, les rhinocéros. Dans les plaines se trouvent des autruches, des grues, des marabouts, des secrétaires; les serpents venimeux n'y sont pas rares.

A Madagascar, le décor change; il est moins varié, moins grandiose, les animaux sont de plus petite taille, leurs types sont moins divers; mais ils offrent un grand intérêt en raison de leurs caractères particuliers, dont je vais essayer de vous donner une idée.

II

Il n'y a pas un seul singe; ils sont remplacés par des *Makis* ou *Maques*, qui vivent dans les bois,

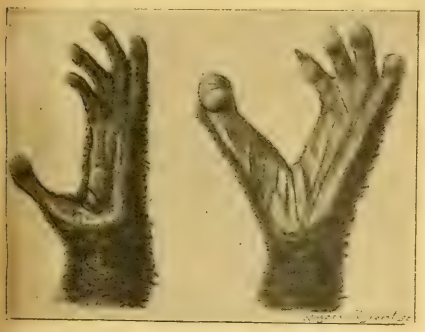


Fig. 1. — *Mains de l'Indris brevicaudatus.*

grimpent aux arbres avec une agilité surprenante et se nourrissent surtout de feuilles et de fruits. Je vous parlerai d'abord du plus grand, celui que l'on pourrait appeler l'anthropomorphe de ce groupe, à cause de sa marche dressée et de ses proportions; ses jambes sont hautes, terminées par des mains énormes (fig. 1), ses bras petits, sa queue courte: c'est le *Babakoute* des Malgaches, l'*Indris* des naturalistes (fig. 2). Sonnerat l'a découvert et en a rapporté un exemplaire que nous conservons au Muséum avec un soin pieux, quoiqu'il soit bien laid et bien râpé, car il a servi aux premières descriptions.

caractérisée par des plantes qui ne craignent pas la sécheresse : Baobabs, Tamariniers, Sakoas ou arbres de Cythère, Lataniers épineux, Euphorbiacées arborescentes (Tamata et Laro), Songo Didierea.

Absolument aride et désolée dans le sud et dans le sud-ouest, cette région s'améliore dans le nord. Au Ménabé, il a de vastes pâturages où les Sakalaves élèvent les plus beaux bœufs de Madagascar.

Les Indris habitent seulement les grandes forêts de la côte est[1], où ils vivent en bandes de quatre ou cinq individus, et l'on remarque chez eux une grande tendresse pour leurs petits. Ils ont un cri à la fois violent et lamentable, dû à un sac laryngien spécial. Certaines peuplades croient que ce sont des

Fig. 2. — *Babakoute* (*Indris brevicaudatus*).

hommes réfugiés jadis dans les bois, d'autres leur témoignent une grande reconnaissance et ont fait vœu de les toujours respecter, car il est de tradition chez elles que, par suite de l'éveil donné par

Fig. 3. — *Propithecus Deckenii.*

les cris stridents de ces animaux, une surprise ennemie avait été évitée.

Les Propithèques se distinguent des Indris par

[1] Depuis la baie d'Antongil, au nord, jusqu'à la rivière Masova, au sud, c'est-à-dire sur la moitié environ de cette partie de la côte.

leur longue queue; ils ont les mêmes mœurs, le même genre de vie que ceux-ci, auprès desquels plusieurs espèces habitent les forêts de la côte orientale. Ce sont le Propithèque à diadème [1], le Propithèque d'Edwards et le Propithèque soyeux, dont les formes sont identiques, mais dont le pelage diffère. Il est tantôt jaune et gris, tantôt noir, tantôt d'un blanc pur. D'autres habitent la région occidentale; ce sont le Propithèque de Verreaux [2], celui de Decken [3] (fig. 3), celui de Coquerel [4] et le Propithèque couronné [5]. Chacune de ces variétés vit à part et en petits groupes de sept ou huit. Les jeunes sont cramponnés aux flancs de la mère et y restent attachés malgré des bonds de 9 ou 10 mètres. A terre, on les voit souvent sauter à pieds joints; enfin, pour achever leur portrait, ils ne peuvent supporter la captivité, ils sont doux, tristes, et rien n'est plus curieux, paraît-il, que leur façon d'entr'ouvrir les bras, au lever du soleil, comme dans un acte d'adoration (fig. 4).

Fig. 4. — *Propithecus coronatus.*

Au XVIIe siècle, Flacourt avait déjà signalé le Propithèque de Verreaux. « Il y a une espèce de Guenuche blanche, dit-il, qui a un chaperon tanné et se tient le plus souvent sur ses pieds de derrière, on l'appelle *Sifac*. » Cet animal était, pourtant, resté inconnu jusqu'en 1866, lorsque, près du cap Sainte-Marie, M. Grandidier en rencontra quelques-uns dans une immense plaine couverte d'Euphorbiacées, de petits arbustes épineux et de quelques bouquets de bois (fig. 5); mais, au moment où, afin de la conserver, il enlevait la peau du premier qu'il avait tué, les sauvages qui l'entouraient s'y opposèrent et, pour les apaiser, il dut enterrer la chair du Propithèque et planter des nopals sur la tombe.

Pendant la nuit, au clair de lune, on voit souvent, dans les forêts de l'Est, courir sur les branches de petits animaux qui semblent une réduction du Propithèque; ce sont les *Avahis* ou *Makis à bourre*, découverts aussi par Sonnerat. Ils n'ont pas l'agilité des précédents et sont lents dans leurs mouvements.

Tous ces animaux sont rares, tandis que les Makis véritables, ou Lémurs proprement dits, abondent dans les forêts; on les voit partout et il n'est pas un voyageur à Madagascar qui ne les ait observés. Leur museau fin et allongé, leur attitude horizontale, leurs doigts libres et non palmés à la base, leurs dents plus nombreuses les rattachent à un genre différent de ceux que nous venons d'étudier; ils ne sont plus uniquement végétariens, car ils aiment les œufs, les petits oiseaux, les reptiles, les insectes; ils vivent en familles nombreuses, et quelques espèces sont très remarquables par leur couleur; telle est la plus grande de toutes, le *Vari* (fig. 6), dont le pelage est pie, parfois tacheté de roux. La variété rouge de ce Maki a été longtemps regardée, par les naturalistes, comme une espèce distincte et décrite sous le nom de *Lemur ruber*; mais nous avons aujourd'hui toutes les transitions

Fig. 5. — *Propithecus Verreauxii.*

Fig. 6. — *Le Vari (Lemur varius).*

[1] Le Propithèque à diadème habite les mêmes forêts que l'Indris. Le Propithèque d'Edwards se trouve au sud de la rivière Masova et le Propithèque soyeux a été rencontré au nord-est, près de Sambava.

[2] Habite le sud-ouest depuis Fort-Dauphin jusqu'à la rivière Tsidsoubou.

[3] Se trouve entre les rivières Mananbolo et Mananzagaray.

[4] A été découvert au nord de la rivière Betsiboka.

[5] Cette espèce n'a été signalée que dans le pays de Boeni, entre les rivières Betsiboka et Mananzagaray.

qui rattachent l'une à l'autre ces deux colorations différentes.

Le *Mongous* est plus petit et généralement d'un brun fauve; sa tête est souvent couverte d'une calotte noire (*L. nigrifrons*), ou blanche (*L. albifrons*), ou rousse (*L. rufifrons*), ou grise (*L. cinereus*). Les poils, simulant des favoris, sont quelquefois roux (*L. collaris*), et l'on peut dire qu'il n'existe pas deux individus de cette espèce exactement semblables, ce qui explique les contradictions apparentes des descriptions faites par les naturalistes.

Quelques-uns de ces Makis sont intéressants en raison des différences de couleur qui permettent de reconnaître le mâle de la femelle; le *Macaco* mâle est toujours entièrement noir, la femelle est rousse, teintée de gris, et sa tête est entourée d'un

Fig. 7. — *Maki à ventre roux.*

collier également gris. Aussi a-t-on cru à l'existence de deux espèces.

Un autre, appelé le Lémur très noir (*L. niger-rimus*), ne mérite pas toujours ce nom, car la femelle est rousse; il se distingue du précédent par l'absence de poils formant pinceaux sur les oreilles, et par ses yeux, qui sont d'un vert bleuâtre, au lieu d'être brun clair comme d'ordinaire chez ces animaux.

Le Maki à ventre roux (fig. 7) et le Maki à mains blanches offrent aussi des caractères différents de pelage dans les deux sexes, mais moins tranchés. Le Maki couronné, ainsi nommé pour le diadème que porte son front, est de tous le plus petit; enfin le Lémur-Chat (fig. 8) a, en effet, la couleur grise, les oreilles droites, la queue annelée du chat. C'est un fort joli animal qui habite les collines broussailleuses et souvent dénudées du sud et du sud-ouest.

Si les Indris et les Propithèques meurent rapidement en captivité, les Makis, au contraire, peuvent vivre longtemps à côté de l'homme, à condition d'y trouver une température convenable. Ils s'apprivoisent facilement et deviennent plus caressants qu'un chien, ne quittant pas, à moins d'y être forcés, l'épaule de leur maître, accourant à son appel et lui prodiguant des marques d'amitié. J'ai connu, pendant de longues années, chez M. Henry Berthoud, un Mongous parfaitement apprivoisé et d'un commerce fort agréable; son extrême agilité lui permettait d'atteindre les plus hautes corniches pour s'y blottir, et ses mouvements étaient si bien mesurés, qu'à moins de surprise ou d'effroi, il sautait sur tous les meubles sans rien briser autour de lui. Parfois les Makis se reproduisent dans ces conditions et c'est un spectacle charmant que de voir le petit, tantôt attaché au travers de la poitrine de sa mère, tantôt fixé aux poils de son dos et ne la quittant jamais, malgré ses courses légères.

Fig. 8. — *Le Lémur-Chat (Lemur catta).*

Chez eux, ils vivent en troupes, cantonnés dans certains domaines, et, si un intrus s'égare dans une partie qui lui est interdite, tous ses congénères l'attaquent. A Madagascar, M. Humblot, notre résident aux îles Comores, avait mis à profit l'acharnement avec lequel les Makis d'un bois chassent les Makis du bois voisin; il attachait l'un de ceux-ci à une branche et il était sûr de voir bientôt les propriétaires légitimes du lieu accourir et se précipiter sur le nouveau venu, sans se préoccuper du chasseur, qui pouvait alors, à l'aide d'un lacet, en prendre autant qu'il le voulait.

Les Hapalémurs, les Lépilémurs et les Chirogales sont des Makis nocturnes dont l'organisation présente des caractères sensibles de dégradation. Non seulement leur taille est moindre, mais ils ont quatre mamelles au lieu de deux et leur intelligence est peu développée. Les Hapalémurs ha-

bitent les fourrés de bambous et se nourrissent de pousses tendres ; les Chirogales font la chasse des insectes et des jeunes oiseaux ; l'une de ces espèces est plus petite qu'un rat. Ils construisent leurs nids dans les arbres et souvent au milieu des feuilles de Ravenales. Pendant la saison sèche, ils ne trouvent guère de nourriture et risqueraient fort de mourir de faim, s'ils n'étaient sujets à une sorte d'engourdissement comparable au sommeil hibernal des Marmottes et des Loirs ; ils vivent alors aux dépens d'une provision de graisse qui s'est accumulée dans leur queue, transformant cet appendice en une sorte d'énorme saucisson qui diminue peu à peu et n'a plus que ses dimensions ordinaires, quand cette période de torpeur est passée. C'est la bosse graisseuse du chameau transportée dans la région caudale et servant au même usage.

Le plus bizarre de tous les Lémurs, c'est l'Aye-aye ; l'exemplaire rapporté en 1781 par Sonnerat resta jusqu'à 1840 unique dans son genre, et il fut l'objet de controverses sans fin de la part des naturalistes. Ses fortes incisives et sa queue, couverte de longs poils, le faisaient considérer par les uns commme un Écureuil, tandis que d'autres, — Cuvier, Geoffroy, — le rattachaient aux Makis. Cette dernière opinion a été confirmée par les recherches récentes faites sur cette espèce à ses différents âges ; grâce aux soins de M. Humblot, nous possédons enfin bon nombre de Aye-ayes et nous avons pu étudier le développement, ainsi que la succession des dents de cet animal, qu'on doit regarder comme un Maki dont l'organisation se serait adaptée à des besoins particuliers.

L'Aye-aye est nocturne, et il se nourrit des larves de certains insectes qui creusent les troncs pourris des arbres des forêts de l'est. A l'aide de ses dents antérieures, grandes et pointues, il entame le bois et met au jour les galeries de ces larves, qu'il en extrait au moyen de son troisième doigt. Celui-ci, très grêle et fin comme un stylet, ne sert plus à la préhension, mais reste toujours relevé ; l'Aye-aye l'introduit dans les trous et ramène, à l'aide de la griffe terminale, les Insectes mous, dont il fait ses délices.

M. Humblot rapporta vivants plusieurs de ces curieux animaux, qu'on a pu conserver pendant quelques mois, et la manière dont ce voyageur est arrivé à les nourrir mérite d'être racontée.

M. Humblot, jusqu'alors, avait vu mourir en peu de jours tous les Aye-ayes qu'il capturait, faute de pouvoir leur donner des aliments appropriés : car il était bien difficile de trouver les larves, dont ils sont si friands. Après des essais infructueux, M. Humblot eut l'idée de goûter à ces larves et ayant remarqué que leur saveur rappelle celle de la crème, il vida leurs peaux et les remplit de lait conservé, puis il les plaça à côté de l'Aye-aye qui, trompé d'abord par leur aspect, puis par leur goût, n'hésita pas à les dévorer et consentit bientôt à faire usage de lait concentré, sans qu'il fût nécessaire de le déguiser. Il devenait alors aisé de nourrir l'animal ; mais, pour le ramener en France, une autre difficulté surgissait, celle de se procurer une cage assez solide pour résister aux dents terribles qui avaient vite fait un trou aux planches les plus épaisses ; il fallut blinder celles-ci, et c'est dans ces conditions que trois Aye-ayes firent leur entrée au Muséum, où ils devinrent l'objet d'une étude suivie, mais d'autant plus difficile qu'ils attendaient, pour sortir de leur cage, que l'obscurité fût presque complète.

Les Malgaches ont d'eux une terreur superstitieuse ; ils les croient animés par des esprits malfaisants et ne se prêtent pas volontiers à leur capture.

Tous ces animaux, depuis les Indris jusqu'aux Aye-ayes, forment un même groupe naturel. Si les Makis de Madagascar ont jamais eu conscience que les zoologistes les apparentaient à la famille des Singes, ils ont dû en être fort peinés et penser, certainement, que ces prétendus savants ignoraient le premier mot de la question. Ils auraient pu leur faire observer que les rapprocher des Singes, parce qu'ils ont des mains aux quatre pattes, c'est-à-dire parce qu'ils sont quadrumanes, c'est se laisser guider par un caractère dont la valeur zoologique est faible, — car on le retrouve dans des familles très différentes, et il existe chez les Primates, aussi bien que chez les Marsupiaux, qui sont les derniers des Mammifères, — tandis que leur mode de développement, la disposition de leur tube digestif, leur dentition, leur cerveau indiquent pour eux une tout autre filiation.

En effet, si je ne craignais d'exagérer ma pensée, je dirais que ce sont des Pachydermes grimpeurs et qu'ils se rattachent, par une longue suite de générations, à certains animaux du commencement de l'époque tertiaire, appelés *Adapis* et qui broutaient l'herbe des prairies.

Ils ont donc une origine plus ancienne que les Singes, leur noblesse remonte plus haut et ils ne seraient pas embarrassés pour justifier d'un bon nombre de quartiers de plus. En outre, s'ils sont moins intelligents, ils ont, au point de vue moral, une grande supériorité. Les Singes, par leur caractère irascible, fantasque et incohérent, semblent des *détraqués* vicieux ; les Makis, au contraire, vivant à l'écart dans les forêts, montrent une douceur et, si je puis dire, une égalité d'humeur parfaite, et l'on comprend que les Malgaches vénèrent et protègent le tranquille Babakoute, le pacifique Simpounc et le calme Sifac.

III

Je ne vous parlerai qu'en passant des Chauves-Souris, dont une espèce atteint la taille considérable des Roussettes de l'Inde (*Pteropus Edwardsii*

Fig. 9. — *Galidie élégante.*

et vit des fruits sauvages des grands arbres. Les autres diffèrent peu des Chauves-Souris d'Afrique.

Les carnassiers sont plus remarquables, quoi-

Fig. 10. — *Fossane de Daubenton.*

qu'il n'y ait à Madagascar ni lions, ni tigres, ni panthères, ni hyènes, ni loups, ni renards. On peut parcourir en toute sécurité d'épaisses forêts au milieu d'animaux inoffensifs, et le *Foussa*, le plus puissant des Carnivores malgaches, n'attaque jamais

Fig. 11. — *Euplère de Goudot.*

l'homme. Les naturalistes lui ont donné le nom peu euphonique de *Cryptoprocta ferox*, en raison des glandes cachées à la base de sa queue et de ses

Fig. 12. — *Ericule épineux.*

habitudes sanguinaires ; mais il n'est féroce que pour les cabris et les poules. Si l'on cherche à démêler sa généalogie, on reconnait que cet ani-

mal, si bas sur pattes et à forme de fouine ou de belette, est apparenté de très près aux chats ; c'est, en effet, un chat plantigrade, ce qui semble une antithèse.

Les autres bêtes de proie ressemblent un peu

Fig. 13. — *Hemicentetes de Madagascar.*

aux Mangoustes, mais elles constituent cependant des genres spéciaux à Madagascar : ce sont les Galidies (fig. 9) et les Galidictis ; la Fossane (*Genetta fossa*) (fig. 10) se rapproche des Genettes ; enfin un

Fig. 14. — *Bœufs Zébus dans leurs prairies* (Photographie de M. Catat).

Chat et une vraie Genette paraissent avoir été importés d'Afrique et s'être développés dans le pays. L'*Euplère*, de petite taille, se fait remarquer par sa queue touffue et par ses dents si faibles qu'il ne pourrait se nourrir de mammifères ou d'oiseaux et se contente de vers ; c'est le *Fanalouck* des Malgaches (fig. 11).

Beaucoup de petits Insectivores, dont l'aspect rappelle celui des Hérissons, se trouvent à Madagascar ; leur dentition indique des différences importantes avec les espèces du continent et ils forment une famille particulière ; ce sont les Tanrecs, les Ericules (fig. 12), les Hemicentetes (fig. 13), à

Fig. 15. — *Bœufs Zébus parqués dans les enclos* (Photographie de M. Catat).

poils transformés en piquants, puis d'autres à fourrure ordinaire, mais semblables aux précédents par leur organisation.

Il en est qui vivent sous terre comme les Taupes : les Oryzocytes ; il y en a qui courent à la surface du sol : les Géogales et les Microgales. Toutes ces formes sont propres à la faune malgache.

Les gros Herbivores autochtones font défaut dans

Fig. 16. — *Bœufs Zébus foulant le sol d'une rizière* (Photographie de M. Catat).

l'île : car les bœufs, qui paissent fort nombreux dans les riches pâturages du Ménabé (fig. 14), appartiennent au même type que les Zébus, ou bœufs à bosse de l'Inde, et c'est probablement avec l'homme qu'ils sont venus dans cette région. Ils constituent la principale richesse des habitants et sont l'objet d'un commerce important (fig. 15) ; on les ex-

porte à l'île Maurice et à la Réunion par troupes considérables, et leurs cornes servent à fabriquer des cuillers et divers autres ustensiles. On emploie aussi ces animaux à fouler le sol marécageux où le riz doit être planté (fig. 16) et, depuis quelques années, on les utilise comme monture. Je puis vous montrer un de ces Zébus qu'un Hova a enfourché (fig. 17). Pour leur donner une certaine ressem-

Fig. 17. — *Bœuf Zébu de selle* (d'après M. Catat).

blance avec le cheval, leurs propriétaires pratiquent sur eux de cruelles amputations ; ils coupent les cornes et enlèvent une partie de la bosse et du fanon, ce qui, souvent, amène la mort du pauvre animal.

Dans les forêts humides, on trouve un San-

Fig. 18. — *Potamochœrus Edwardsii.*

glier assez semblable à celui de l'Afrique, mais appartenant à une espèce différente, le Chœropotame à poils durs et jaunes (fig. 18).

Ce sont là les seuls herbivores.

On a cru longtemps qu'il n'existait aucun Rongeur à Madagascar, et effectivement ces animaux y sont d'une extrême rareté. Cependant, M. Grandidier avait découvert, sur la côte ouest, un gros *Muride* qui vit dans des galeries souterraines, l'*Hypogeomys*, et, depuis cette époque, on en a signalé d'autres espèces : les *Nesomys*, les *Brachytarsomys*, les *Eliuromys*. Mais, si l'on compare cette pénurie de formes à la richesse des types de Rongeurs en Afrique et en Asie, on en est très frappé.

IV

Les Oiseaux, grâce à leurs ailes, peuvent souvent franchir des espaces considérables, et leur présence sur tel ou tel point du globe n'indique pas qu'ils y aient pris naissance ; ils peuvent être arrivés de très loin. Les oiseaux à ailes faibles et incapables de voler longtemps fournissent, au con-

Fig. 19. — *Brachypteracias squamigera.*

traire, des renseignements très précieux et leur étude doit être poursuivie avec soin.

Nous remarquons que Madagascar possède 35 genres et 120 espèces qui lui sont propres ; je vous signalerai les Perroquets noirs ou *Vazas*, une sorte de chouette (l'*Heliodilus*), les Couas aux longues pattes formant, dans la famille des Coucous, un groupe bien défini et représenté par un grand nombre d'espèces, les unes organisées pour percher, les autres pour marcher ; les *Leptosomes* et les *Brachypteracias* (fig. 19) qui rattachent les Rolliers aux Guêpiers ; les *Falculies* à bec très arqué (fig. 20) ; les *Néodrépanis* (fig. 21) ; les *Euryceros* et beaucoup d'autres Passereaux ; les *Funingus*, ou pigeons de couleur sombre, qui semblent confinés dans la région madécasse ; les *Lophotibis*, bien différents des Ibis véritables (fig. 22) ; les Anastomes ou Bec-ouvert ; les *Mésites* rapprochés par leur forme de certains Passereaux, mais qui

cependant prennent place dans le groupe des Râles (fig. 23).

Quelques espèces rappellent celles de l'Extrême-Orient, et les ressemblances générales sont plus marquées avec la faune indienne qu'avec la faune africaine. Ces oiseaux sont surtout nombreux sur le littoral où la végétation est abondante, tandis qu'ils deviennent rares au centre de l'île, où l'on ne trouve guère que des espèces de haut vol, car ces montagnes arides ne sauraient donner asile à beaucoup d'animaux.

Fig. 20. — *Falculia palliata.*

Fig. 21. — *Neodrepanis coruscans.*

Si nous passons maintenant aux Reptiles, nous voyons que le seul qui soit redoutable à Madagascar, c'est le Crocodile, dont on compte deux espèces : l'une[1] se trouve dans tous les lacs et dans les grandes rivières; l'autre est confinée dans la région centrale[2]. Ils atteignent une taille considérable et on en voit qui dépassent 6 mètres de long.

Fig. 22. — *Lophotauis crustata.*

Les Malgaches les craignent beaucoup, car les accidents sont fréquents, et souvent les femmes qui puisent de l'eau à la rivière, ou les hommes qui s'engagent dans un gué, sont enlevés par ces terribles reptiles. Après avoir saisi leur victime,

Fig. 23. — *Mesites variegata.*

ils l'entraînent sous l'eau et la déposent dans

[1] *Crocodilus Madagascariensis.*
[2] *Crocodilus robustus.*

quelque anfractuosité, attendant que la chair en soit suffisamment faisandée, pour revenir la dévorer quand ils jugent qu'elle doit être à point.

Grâce à ce goût particulier, il n'est pas rare que des hommes aient pu être retirés vivants du garde-manger des Crocodiles.

Les Lézards, les Geckos sont en grand nombre, mais les Caméléons surtout attirent l'attention. Ces reptiles, si bizarres d'aspect et d'allures, sont plus répandus et plus variés à Madagascar que partout ailleurs; près des trois quarts des espèces connues se trouvent localisées sur cette terre, et ce sont certainement les plus grandes et les plus belles; on en voit mesurant presque 1 mètre (fig. 24), et qui contrastent avec des Caméléons très petits, de vrais pygmées. Quelques-uns semblent avoir un masque de carnaval : leur tête se prolonge en une sorte de nez énorme et bifide (fig. 25); d'autres ont le front surmonté d'un cimier élevé. Il est difficile de les apercevoir au milieu des feuilles, dont ils revêtent les diverses teintes; leur queue, enroulée autour des branches, est comme une liane, et leurs mouvements sont si lents qu'ils ne décèlent pas leur présence. Leurs yeux seuls roulent en dehors des orbites, observant les évolutions des insectes ailés, qu'ils saisissent et ramènent dans leur bouche d'un coup de langue, dardé avec la rapidité d'une flèche.

Fig. 24. — *Caméléon d'Oustalet.*

Fig. 25. — *Caméléon à nez bifide.*

Les Serpents sont inoffensifs; le plus grand, dont la longueur atteint parfois 3 mètres, appartient à la famille des Couleuvres et se nourrit principalement de Tanrecs épineux.

Les Tortues terrestres ou de marais, très recherchées pour l'alimentation, y sont communes, mais de proportions médiocres.

Dans les rivières et dans les lacs pullulent les Poissons, principalement ceux de la famille des Chromides; on y voit même de superbes Écrevisses (fig. 26), supérieures aux nôtres comme taille, dont deux espèces sont spéciales à Madagascar et plus rapprochées de celles de l'Australie que de celles du continent.

Dans les marécages, dans les prairies humides, sur le sol détrempé des forêts, rampent d'énormes Mollusques plus ou moins semblables au Colimaçon : ce sont des Agathines. Sur les herbes, on trouve l'Hélice verte, dont les indigènes apprécient la saveur délicate.

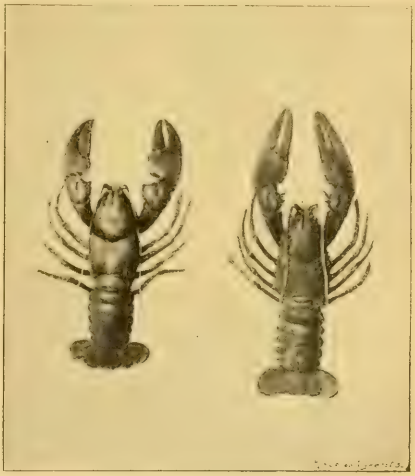


Fig. 26. — *Ecrevisses de Madagascar.*

Flacourt nous avait appris déjà que des Chenilles malgaches se tissent un cocon dont on peut retirer la soie pour en fabriquer des étoffes de

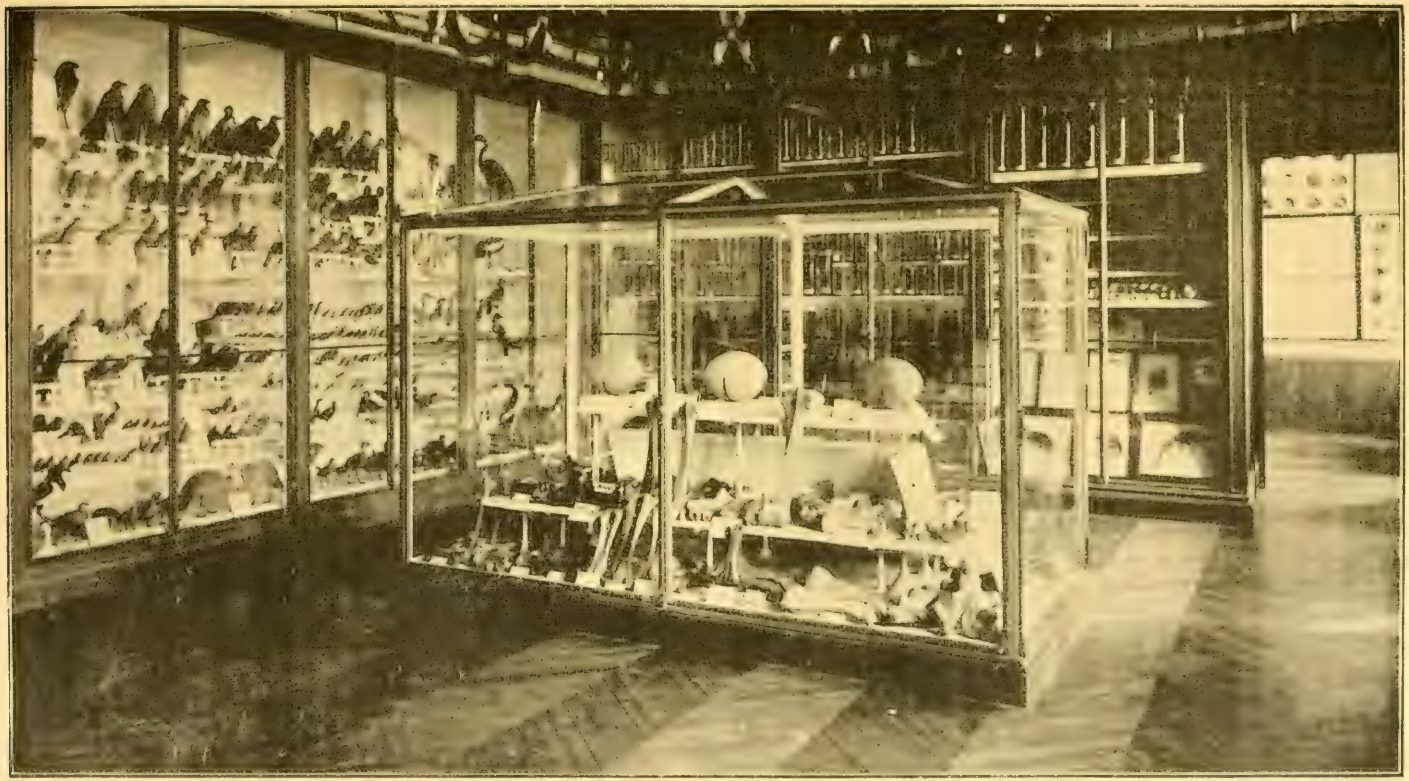


Fig. 25. — *Partie Est de la grande salle consacrée à l'Exposition de Madagascar au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.* — Les gros œufs que l'on voit dans la vitrine [illegible] sont ceux de l'*Epyornis*. Cette vitrine contient des ossements, notamment les longs tibias, du même oiseau. — La vitrine latérale, située à droite, contient une [illegible] de Madagascar. — Les Reptiles sont classés dans la vitrine du fond.

prix. Les naturalistes ont étudié ces insectes [1], et nous connaissons aujourd'hui les procédés employés pour les élever. Nous savons que certaines espèces vivent en société sur les acacias, construisant des nids où les cocons sont serrés les uns contre les autres, et forment des masses qui ont parfois près d'un mètre de long; la soie ne peut pas se dévider, elle est simplement cardée et filée à la quenouille. Ces chrysalides sont un aliment recherché, comme d'ailleurs celles des Guêpes, de gros Hannetons d'un blanc de neige, et des grands *Cerambyx*. On les mange crues ou cuites dans l'huile, et leur goût agréable rappelle celui de la cervelle de mouton.

Un Bombyx atteint des dimensions extraordinaires; ses ailes mesurent 20 centimètres d'envergure et portent, en arrière, une queue longue et étroite : c'est l'*Actias cometes* (fig. 28), dont la possession est désirée par tous les collectionneurs.

Fig. 28. — *Actias cometes.*

Des moustiques au dard aigu rendent la traversée des forêts très pénible, et leur piqûre devient une véritable souffrance. Mais je suis forcé d'abréger, et je n'insisterai pas sur la variété des Abeilles, des Termites ou des Araignées de Madagascar. Leur étude, pourtant, révèle des faits curieux, et elle confirme les résultats que nous avait donnés celle des Vertébrés, c'est-à-dire que la plupart des types trouvés à Madagascar lui appartiennent, et que, si quelques-uns vivent aussi en Afrique, un nombre plus important d'espèces est commun avec la région indienne.

V

La faune actuelle de Madagascar offre, comme vous le voyez, un intérêt considérable au zoologiste; mais la faune ancienne réserve des découvertes inattendues, et les faits qui ont été signalés dans ces dernières années semblent ouvrir de nouveaux horizons; ils permettront peut-être d'établir ce qu'était autrefois Madagascar et de saisir les relations qui la rattachaient à d'autres terres dont elle a, depuis, été séparée.

Dans des terrains d'une origine récente, au milieu de marécages ou d'alluvions superficielles, datant d'une époque peu reculée, on a trouvé de nombreux ossements, à l'aide desquels on peut reconstituer les animaux dont ils proviennent, étudier leur caractère et reconnaître que, non seulement ceux-ci ont complètement disparu, mais encore qu'ils appartiennent à des formes dont il n'existe plus de représentants.

Fig. 29. — *Æpyornis ingens* [1].

Le premier indice recueilli sur ces animaux date de 1851 ; le capitaine d'un navire marchand avait apporté en France des œufs énormes et quelques ossements qui furent décrits par I. Geoffroy Saint-Hilaire et attribués à un oiseau gigantesque : l'*Æpyornis maximus*. Les œufs (fig. 27), d'une capacité de 8 litres et demi, étaient six fois plus gros que ceux de la grande autruche, et les os indiquaient un animal ayant des pattes énormes; malheureusement, aucun n'était complet; aussi les naturalistes furent-ils divisés d'opinion sur la place que l'Æpyornis devait occuper dans les classifications, et, tandis que les uns le rapprochaient des Brévipennes, qui sont des oiseaux privés de la faculté de voler, d'autres, à l'exemple d'un zoologiste italien, Bianconi, le considéraient comme un vautour colossal et en faisaient l'oiseau Roc de Marco Polo.

Les contestations auraient pu durer longtemps encore si, en 1867, M. Grandidier, en pratiquant des fouilles sur la côte ouest, à Ambolisatra,

[1] *Bombyx Radama.* — *Bombyx Diego* (Coquerel).

[1] D'après un dessin publié dans le journal *« la Nature »*.

Fig. 40. — *Partie Ouest de la grande salle consacrée à l'Exposition de Madagascar au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.* — La vitrine du premier plan contient [illegible] du squelette du petit Hippopotame fossile découvert par M. Grandidier. Le squelette entier, reconstitué par synthèse, a été placé dans la même vitrine, au-dessus de [illegible]. — Les Lémuriens sont classés dans la vitrine du fond et celle de droite. Cette dernière contient aussi des Rongeurs, Insectivores et Pachydermes empaillés.

n'avait trouvé de nouveaux ossements parfaitement conservés et provenant d'une patte entière. Dès lors, il n'y avait plus de doute possible : l'Æpyornis était un oiseau terrestre, incapable de voler, et il devait se nourrir de substances végétales et non de viande. Deux espèces plus petites de ce genre, l'*Æpyornis modestus* et l'*Æpyornis medius* avaient été retirées du même gisement.

Cette découverte, suivie de beaucoup d'autres, nous a fait connaître le squelette entier des Æpyornis (fig. 29). M. G. Muller en a recueilli de nombreux débris à Antsirabé, et, s'il n'avait pas péri si misérablement, assassiné par les Fahavalos, il aurait continué des explorations qui nous ont déjà fourni de précieux documents, car ses collections n'ont pas été perdues et elles sont parvenues entre nos mains.

Sur la côte ouest, M. Samat et M. Grevé, notre malheureux compatriote pris comme otage par les Hovas et fusillé au mois de février dernier, recherchaient des ossements du même genre, et bientôt les matériaux d'études abondaient au Muséum ; nous pouvions constater qu'à une époque relativement récente et où l'homme occupait déjà l'île, Madagascar était habitée par une grande variété d'oiseaux de taille colossale dont les pattes massives rappellent, par leur puissance, les jambes des éléphants et des gros pachydermes, dont les ailes étaient atrophiées, dont la tête était petite et le bec faible; la taille des uns dépassait 3 mètres de hauteur, d'autres leur cédaient à peine sous ce rapport, mais ils étaient plus grêles, d'autres encore avaient seulement les dimensions de l'Autruche ou même du Casoar. On en compte au moins douze, se rattachant à deux types : celui des *Æpyornis* et celui des *Mullerornis*, ainsi nommé en souvenir de G. Muller.

On ne doit pas les considérer comme des Autruches, mais ils ressemblent beaucoup aux Casoars de l'archipel Indien, et ils ont d'étroites affinités avec les *Dinornis*, grands oiseaux de la Nouvelle-Zélande.

A côté d'eux, vivaient des mammifères différents de ceux qui peuplent aujourd'hui Madagascar. M. Grandidier y a trouvé de nombreux restes d'un petit Hippopotame (fig. 30), notablement plus grêle que celui d'Afrique, et on a exhumé, de gisements analogues, des ossements se rapportant à de grands Makis, dont quelques-uns ne devaient pas grimper aux arbres, mais rester à terre comme les *Adapis* des temps tertiaires. M. Filhol les a étudiés et il a décrit plusieurs genres et plusieurs espèces remarquables.

D'immenses tortues terrestres, dont la carapace atteint 1 mètre et demi de longueur, vivaient dans les mêmes conditions et indiquent des animaux d'une taille et d'un poids supérieurs à tout ce que la nature actuelle peut fournir. Des Crocodiles, dépassant 8 mètres, y ont été également rencontrés.

Tous ces animaux ont disparu, sans laisser de traces dans les légendes populaires, et cependant leur extinction est peu ancienne, car il est facile de voir, sur beaucoup d'ossements d'Hippopotames ou d'Æpyornis, des entailles très nettes faites de main d'homme. Ils vivaient ensemble sur le bord des marécages ou des étangs et la présence des Hippopotames, des Crocodiles, à côté des Æpyornis, indique quelles étaient alors les mœurs de ces oiseaux, et d'ailleurs le nombre des ossements, provenant de très jeunes individus, montre qu'ils demeuraient dans cette localité et qu'ils n'y ont pas été enfouis, lors d'un passage.

L'existence de tant d'animaux aussi puissants semblerait prouver qu'à cette époque Madagascar avait une étendue plus considérable que de nos jours : car il y a une proportion indéniable entre la taille des êtres vivants et celle des terres qu'ils habitent, et on est en droit de supposer que, par suite d'un affaissement, une partie du sol a disparu sous les eaux de l'Océan. Nous savons que ce n'est pas du côté de l'Afrique qu'il faut chercher les relations, mais plutôt du côté de l'Inde et de l'Australie, et j'ai fait remarquer, à plusieurs reprises, les similitudes fauniques qui existent à cet égard. Les analogies des Æpyornis avec les Casoars et les Dinornis donnent plus de probabilité encore à cette manière de voir.

Des questions scientifiques d'une grande importance se trouvent donc ainsi posées ; elles ne seront résolues que par une étude minutieuse de l'Histoire naturelle de Madagascar ; mais cette étude, nous pourrons certainement la faire.

Lorsque l'expédition militaire aura porté tous ses fruits, ce sera alors à nous de continuer son œuvre en levant les voiles qui cachent encore ce coin du globe. Espérons que bientôt, sur les chemins tracés par notre courageuse armée, une mission scientifique se mettra à l'œuvre et que viendra ce moment, — que j'appelle de tous mes vœux, — où nous aurons achevé la conquête de cette grande île appelée il y a déjà deux siècles : *la France Orientale*.

A. Milne-Edwards,
de l'Académie des Sciences.
Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle.

LES GRANDES EXPLOITATIONS AGRICOLES

A MADAGASCAR

CANNE A SUCRE. — COTONNIER. — VANILLIER. — PIGNON D'INDE. — CAFÉIER. — CACAOYER. — TABAC. — ALOÈS ET AGAVÉ. — RIZ ET AUTRES CULTURES

Malgré les conditions fâcheuses que créent à l'écoulement des produits agricoles l'absence ou le très mauvais état des routes, certaines cultures sont depuis longtemps pratiquées à Madagascar et y ont déjà acquis une assez grande extension. Nous indiquerons à grands traits le régime de ces cultures, et nous insisterons notamment sur la possibilité, non douteuse, de créer ou de développer à Madagascar la grande exploitation agricole telle qu'elle existe, dans des conditions identiques de sol et de climat, à Mayotte. Cette île, voisine de Madagascar, mais où l'influence française a pu s'exercer plus librement, est aujourd'hui couverte de plantations très rémunératrices, où nous devons chercher le modèle de ce qu'il y a à faire sur le sol, demain français, de Madagascar.

I. — Culture de la Canne a sucre.

La culture de la canne à sucre, encore insuffisamment représentée à Madagascar, est la plus importante et la plus ancienne des cultures de l'île Mayotte (colonie française), dont les terres et les conditions atmosphériques sont celles mêmes de sa grande voisine.

C'est à la Réunion et à Maurice qu'ont été empruntés les procédés de culture de la canne à sucre et les usines à sucre de Mayotte ont été copiées sur celles de ces deux colonies.

Une variété infinie de cannes a été introduite à Mayotte, où elles ont eu le sort qu'elles avaient eu à la Réunion; la monoculture a, en effet, pour résultat d'amener promptement la dégénérescence des espèces dont le remplacement s'impose rapidement; c'est ainsi que les premières variétés de cannes vigoureuses et riches en sucre, — comme les cannes blanches, les cannes rouges, — ont été remplacées par des variétés plus rustiques, mais moins riches, telles que les cannes dites : rubanées, Guingham et bambou. Aujourd'hui les variétés dites Lousier et Port-Makay, qui sont les seules cultivées à Maurice, viennent de faire leur apparition à Mayotte pour y remplacer les cannes rubanées.

La reproduction de cannes à l'aide des graines, longtemps jugées stériles, vient de réussir à Maurice. Grêles, presque filiformes la première année, les cannes venues de graines grossissent beaucoup lorsque, la seconde année, elles sont reproduites par le bouturage; elles deviennent alors comparables aux cannes ordinaires la troisième année. Les variétés ainsi obtenues seraient même infiniment plus robustes que les anciennes espèces toujours reproduites par bouturage et résisteraient mieux aux sécheresses si redoutables sous les tropiques; de plus, elles fourniraient un jus plus riche que les variétés actuellement cultivées. L'on espère, à Maurice, régénérer complètement la culture à l'aide de ces cannes.

Voici, très sommairement, comment se cultive actuellement la canne à sucre :

Mises en terre d'octobre à février, les boutures de cannes (en général les sommités) donnent naissance à des souches, dont les cannes peuvent être récoltées dix-huit mois après; après cette première récolte, les souches donnent naissance à des rejetons qui peuvent être récoltés douze mois après; de nouveaux rejetons sont encore produits les années suivantes, et il n'est point rare, dans un sol fertile et vierge de cultures de cannes, de voir sept à huit récoltes faites ainsi avantageusement, sans grands frais, — les façons à donner étant réduites à deux ou trois labours, chaque année. Ces labours, la charrue vigneronne, remplaçant la houe à main, permet de les donner à un prix très réduit.

Seule, la plantation faite la première année entraîne d'assez grands frais.

Le bœuf à bosse de Madagascar (fig. 1), doux et intelligent, se dresse très vite, admirablement, à ces travaux, et parfois dès le premier jour. Ce fait avait beaucoup frappé un ingénieur de Grignon, l'un de mes directeurs, qui déclarait ce bœuf supérieur au bœuf de France, tant il le trouvait fort, docile, obéissant à la voix de son conducteur!

Après plusieurs années de monoculture, le sol s'épuise rapidement, et *il faut recourir aux engrais de ferme et aux engrais chimiques;* puis, malgré tous les procédés de culture les mieux compris, la production s'amoindrit, et le sol refuse de produire. C'est ainsi qu'à Maurice tout le littoral de l'île, si merveilleusement fertile autrefois, a été, en grande partie, converti en savannes presque arides par cette monoculture incessante, intensive. S'éloignant de plus en plus du littoral, la culture

de la canne à sucre a gagné les parties hautes de l'île, primitivement couvertes de forêts; cantonnée là, cette culture ne s'y soutient qu'à grands frais, à l'aide d'engrais coûteux, dangereux parce qu'ils préparent, dans un avenir prochain, la ruine de ce sol nouvellement livré à la culture.

C'est aussi ce qui arrive, en ce moment, à Mayotte, chez ceux qui, ayant des terres de vallées des plus merveilleuses, y ont cultivé *exclusivement* la canne à sucre depuis quarante années.

Tout autre a été le sort des propriétaires qui, ayant des terres peut-être moins fertiles, mais plus étendues, ont pu donner un long repos, sous bois ou sous assolements, à leurs terres, en les assujettissant à des rotations régulières.

C'est ce que l'expérience commandera de faire à Madagascar, si l'on y tente en grand la culture de la canne. Il faudra, avec une superficie déterminée, ne mettre en culture qu'une partie du sol, prévoyant que les assolements devront représenter, au moins, les trois quarts de la superficie destinée à la canne à sucre.

Fig. 1.— *Bœufs à bosse de Madagascar au travail.*

Il n'y a pas lieu de s'effrayer de ces grandes propriétés, de ces *latifundia* que nécessitera la culture de la canne : ce sera une nécessité inéluctable, mais ce sera aussi la garantie de la réussite de pareilles entreprises.

Les conditions du marché sucrier en Europe sont telles, aujourd'hui, que les sucres de bonne qualité sont seuls certains d'y trouver un débouché régulier, assuré; ces sucres ne peuvent être produits que par des usines perfectionnées, du type bourbonnien, par exemple, l'heure n'étant pas encore venue de la diffusion directe de la canne.

Les usines comprennent deux forts moulins broyeurs, dont le second fait la repression de la canne. Ces deux moulins permettent d'extraire 72 % de jus, la canne en contenant 86 à 90 % en poids.

Les jus (vesous) extraits sont déféqués dans des appareils chauffés à la vapeur, dits défécateurs, puis décantés, filtrés et renvoyés, soit dans des appareils à feu nu, dits batteries Grimard, soit dans des appareils à triple effet, pour y être concentrés à 25° Beaumé, et, enfin, le travail se termine dans les appareils à cuire dans le vide. De ce dernier appareil, la masse cuite est envoyée dans de grands réservoirs, et en dernier lieu, les turbines centrifuges font la séparation des sucres et des sirops. Il ne reste plus, après cet essorage, qu'à sécher les sucres avant leur mise en sac [1].

48-60 heures suffisent pour retirer, de la canne prise au champ, le sucre de premier jet et le livrer à la consommation.

Quels sont les rendements en canne et en sucre à l'hectare? Dans les terres vierges, *sans aucune fumure*, le rendement peut être évaluée à :

60 à 70.000 kg. de cannes en première coupe;
50.000 kg. » coupe des 1ers rejetons;
30 à 40.000 » » 2e, 3e, 4e rejetons.

Ce qui, à raison d'un rendement moyen de 9 %, en sucres de tous jets, donne 6.300 à 5.400 kilos de sucre à l'hectare, pour la première année, 4.500 kilos pour la seconde, etc.

Tous ces résultats approximatifs, mais très voisins de la réalité, seront susceptibles de légères diminutions ou d'augmentations, suivant le sol, les procédés de culture, et, aussi, suivant la perfection des moyens d'extraction employés dans l'usine.

Doit-on s'effrayer, outre mesure, de l'avilissement du prix des sucres en Europe?

Je ne le crois pas. Jusqu'à ces dernières années le sucre s'était vendu à des prix tels qu'une infinité d'usines coloniales, produisant 100.000 kilos de sucre, de qualité inférieure, pouvaient vivre et donner des revenus; mais, de même que les usines européennes produisant moins d'un million de kilogrammes de sucre sont fatalement condamnées, de même ces petites usines coloniales devront disparaître, faisant place aux usines centrales, qui, seules, peuvent produire économiquement les beaux sucres de cannes, et, dans cette lutte entre la canne et la betterave, il n'est point dit que la canne ne triomphera point de sa rivale.

Aussi, malgré l'intensité de la crise sucrière actuelle, l'on peut assurer que la création de grandes usines à sucre doit réussir à Madagascar. Le choix

[1] Voyez à ce sujet les articles de MM. Lindet et Urbain dans la *Revue générale des Sciences* du 15 mars 1895.

de terrains convenables dans les belles vallées de la grande île africaine, une culture intelligente, l'établissement d'usines perfectionnées, puissantes, économiquement établies, permettront de produire le sucre à un prix rémunérateur.

Les vivres nécessaires aux travailleurs, les bœufs nécessaires aux transports s'y trouveront à un prix avantageux; enfin, les travailleurs, comme les *Antimours*, par exemple, qui vont offrir au loin leurs bras à un prix extraordinaire de bon marché, constitueront pour ces entreprises des conditions très avantageuses.

Je n'hésite donc pas à conclure qu'une grande exploitation sucrière à Madagascar, bien conçue, bien dirigée, donnerait les plus brillants résultats, malgré la concurrence du sucre de betterave.

Près de ces usines, qui devront mettre en culture de grandes surfaces de terre, et, par suite, ne pourront être créées que par des sociétés puissantes, il conviendrait de voir s'établir des planteurs qui, avec une faible mise de fonds, créeraient des plantations et porteraient leurs cannes à l'usine centrale. L'avenir même de ces grandes usines serait de se désintéresser peu à peu de la culture pour rester uniquement des fabriques de sucre, réalisant ainsi l'idéal de cette industrie, qui doit tendre à séparer la fabrication de la culture.

Les mélasses, résidus de la fabrication sucrière, sont presque sans valeur; l'achat des appareils distillatoires, leur montage, les constructions à élever sont de peu d'importance : c'est pourquoi l'établissement de grandes fabriques de sucre a pour conséquence nécessaire l'installation de distilleries pour produire des rhums et des tafias.

Cent mille kilogrammes de sucre donnent comme résidu des mélasses pouvant produire 8 à 10.000 litres de rhums. Une usine à sucre, comme celle dont nous conseillons la création, faisant 4 à 5 millions de kilogrammes de sucre, permettrait donc de produire de 4 à 500.000 litres de rhums.

Les rhums de Mayotte et de Nossi-Bé ont eu, de tout temps, une véritable renommée dans les parages de la mer des Indes, et, sans aucun doute, les rhums fabriqués à Madagascar jouiront du même renom.

A l'heure actuelle, les esprits sont, à juste titre, préoccupés du danger de certains alcools; il est donc utile de rappeler que les rhums de cannes sont exempts d'alcools supérieurs et d'éthers, qui rendent si dangereux l'usage de certains alcools d'industrie; ce fait a été signalé depuis longtemps par le savant Professeur Le Dentu. On peut, par suite, espérer que, ce fait peu connu se vulgarisant, les rhums et tafias produits par la canne à sucre remplaceront, dans une large mesure, les alcools d'industrie si pernicieux pour la santé.

II. — Culture du Cotonnier.

Le cotonnier existe presque partout, à Madagascar et aux Comores, à l'état sauvage. On le rencontre à la porte de beaucoup de villages, dans ce pays, sous forme d'arbuste vivant plusieurs années; mais la fibre de ce cotonnier est courte et grosse et ne convient guère qu'à la fabrication des lambas, et surtout à celle des oreillers et des matelas indigènes.

Le climat semblant favorable à cette culture, j'en tentai l'essai de 1886 à 1888. La première difficulté fut de trouver des renseignements sérieux sur le mode de plantation du cotonnier et sur les soins à lui donner. Aucun ouvrage sérieux n'existait écrit en langue française, et je dus recourir aux ouvrages publiés en Amérique; c'est aussi d'Amérique que je fis venir, par l'entremise de MM. Vilmorin, les graines de coton des variétés *Sea Island* et *Géorgie longue-soie*.

Semées au mois de novembre, au commencement de la saison pluvieuse, ces graines produisirent des cotonniers très vigoureux donnant leurs fruits, exactement, cinq mois après. De plus, ces cotonniers, taillés après la récolte, ont pu vivre trois années, donnant, pendant ce temps, des récoltes annuelles assez sérieuses.

Après trois années d'essais, l'expérience était acquise, et je pus, dans une notice manuscrite, fournir tous les renseignements sur le mode des semis, les soins à donner aux plantations, et sur la cueillette des fruits, point délicat.

Envoyés en Europe, ces cotons n'arrivèrent pas en quantité suffisante pour que des essais sérieux pussent être faits avec eux seuls; et les courtiers chargés de leur vente en trouvèrent difficilement le placement. La première et la seconde année, ils furent vendus 1 fr. 20 le kilogramme; la 3e année, ils obtinrent le prix de 1 fr. 80 le kilogramme.

Ce dernier prix était presque rémunérateur; mais, ayant alors tenté beaucoup d'autres cultures, et rebuté par les prix obtenus les deux années précédentes, je cessai ces essais au moment même où ces produits commençaient à être appréciés et où les prix de vente allaient rendre possible la culture en grand.

Au même moment, ces cotons, dont de nombreux spécimens avaient été envoyés à l'Exposition permanente des Colonies à Paris, étaient exposés par elle au Havre et à Paris. Le jury de l'Exposition du Havre, en septembre 1887, reconnaissant la bonne qualité de ces produits, leur décernait une médaille de bronze, et, au Concours général agricole de Paris, en 1888, le jury donnait une médaille d'argent à ces cotons, dont la variété *Sea Island* était reconnue particulièrement belle.

Les essais faits à Mayotte, la beauté des produits obtenus, les quantités récoltées à l'hectare (250 kilos de coton et 750 kilos de graines), sont des encouragements sérieux pour répandre cette culture à Madagascar.

Les essais montrent que le sol et le climat de Madagascar conviennent admirablement au cotonnier, et que le coton peut y acquérir des qualités comparables à celles des produits américains, et je n'hésite pas à conclure que le cotonnier pourra faire l'objet d'une grande culture rémunératrice à Madagascar.

de plus, les vanilles de ce pays sont, en ce moment, classées au premier rang, immédiatement après celles du Mexique, avant celles de la Réunion.

Alors que partout ailleurs la fleur de la vanille ne fructifie qu'après une fécondation artificielle, — au Mexique, son pays d'origine, le vanillier produit naturellement son fruit. C'est, probablement, à ce fait qu'il faut attribuer la grande supériorité des produits du Mexique sur tous les autres; il est aussi probable que le terrain et le climat donnent aux vanilles leurs parfums spé-

Fig. 2. — *Vanilles enroulées sur pignon d'Inde.*

III. — Culture du Vanillier.

Importée de la Réunion, la culture de la vanille a pris, en ces dernières années, une certaine importance à Mayotte.

Les premiers essais de culture, faits trop scrupuleusement conformes aux pratiques en usage à la Réunion, n'avaient point été très heureux; aujourd'hui, l'expérience a modifié ces procédés, et la culture de la vanille doit être placée au premier rang des cultures secondaires à tenter dans ces régions.

Une température plus chaude, plus humide, une végétation plus active semblent même créer à Mayotte des conditions très favorables au vanillier:

ciaux, de même qu'ils donnent aux vins leurs bouquets si variés.

L'espèce cultivée dans tout l'océan Indien est la *Vanilla planifolia*, originaire du Mexique.

Comme on le sait, le vanillier est une orchidée; c'est une plante parasite qui vit en s'enroulant sur les arbres ou tuteurs mis à sa portée, et qui ne se reproduit, en culture, que par le bouturage.

La bouture, grosse comme l'annulaire et longue d'un mètre environ, est couchée sur le sol et enterrée à cinq centimètres de profondeur sur une longueur de vingt centimètres; le reste de la longueur de la bouture est dressé verticalement contre le tuteur, sur lequel elle est fixée par un lien. Le tuteur par excellence, dans ces régions, est le petit

pignon d'Inde (*Jatropha curcas*, — Euphorbiacées) qui, très vigoureux, sert à la fois d'abri et de tuteur au vanillier. De chaque côté des feuilles du vanillier naissent des griffes qui servent uniquement à fixer la plante sur son tuteur. La plante est nourrie par les racines qui naissent sur les nœuds de la partie de la bouture enterrée; ces racines sont superficielles et s'enfoncent à peine dans le sol, c'est pourquoi une épaisse couche de paille ou de détritus végétaux doit recouvrir le sol pour les protéger. Le vanillier ne redoute point le soleil, bien au contraire, tandis que ses racines ont besoin d'être très protégées contre les sécheresses et l'ardeur du soleil. Des racines adventives naissent parfois sur le vanillier et descendent jusqu'à terre pour s'y implanter; mais ces racines adventives n'apparaissent que lorsque les racines principales périclitent ou sont insuffisantes pour nourrir la plante; elles m'ont *toujours* paru indiquer la souffrance du vanillier.

Dix-huit mois après sa plantation, le vanillier fleurit pour la première fois, mais il serait imprudent de féconder ces premières fleurs : la fructification prématurée pourrait amener la mort du jeune plant; ce n'est donc qu'au bout de trente mois que l'on doit commencer à pratiquer la fécondation des fleurs, et, encore, doit-on la faire avec ménagement, proportionnant le nombre de fleurs fécondées à la force du vanillier.

Une disposition spéciale séparant les étamines des anthères, jamais, à Mayotte, la fécondation n'a lieu naturellement : chaque fleur est fécondée à la main. C'est une opération délicate qu'il est inutile de décrire ici : un homme jeune, de préférence un enfant, féconde 2.000 fleurs dans sa matinée; l'après-midi la fécondation est mauvaise; 800 fleurs fécondées donnent environ, chez moi, 3.500 grammes de vanille verte, qui correspondent à 1.000 grammes de vanille préparée; il est utile d'ajouter qu'un grand nombre de fleurs, quoique fécondées, ne fructifient pas.

Commencée dans le cours de juillet, la fécondation est terminée à la fin d'octobre.

Deux mois après la fécondation, la gousse de vanille acquiert à peu près toute sa longueur, et, cependant, elle reste encore quatre à cinq mois sur le vanillier avant d'arriver à maturité parfaite.

Fig. 3. — *Plant de 5.000 vanilliers à l'hectare.* — Les vanilles enracinées en terre sont enroulées sur pignon d'Inde.

La cueillette des fruits commence au mois d'avril de l'année suivante et s'achève dans le cours de juin; puis vient la préparation de la vanille, qui demande environ quatre mois; aussi les expéditions de vanille ne peuvent-elles avoir lieu avant fin d'octobre. Quatorze mois en moyenne se sont donc écoulés depuis l'époque de la fécondation jusqu'au moment où la préparation est terminée. Il est impossible de décrire ici les détails d'une préparation aussi minutieuse; pour dire tout ce qui est relatif à la culture, à la fécondation, à la préparation de la vanille, il faudrait décupler la longueur de cette notice sommaire.

Rien n'est attachant comme cette culture délicate, rien n'est rémunérateur comme elle, quand les choses sont faites avec soin et dictées par l'expérience. Un hectare de vanilliers comprenant environ 5.000 plants donne 100 à 150 kilogrammes de vanille préparée, qui, au cours de 30 à 40 francs le kilogramme, représentent un produit énorme à l'hectare : de 3.000 à 6.000 francs. Mais cette culture minutieuse demande beaucoup de soins, beaucoup de bras; il faut aussi observer que les premiers produits n'ont été obtenus que dans le cours de la 4e année et que le vanillier meurt après avoir donné trois à cinq récoltes au maximum.

Le monde entier n'a produit, en 1894, que 170.000 kilos de vanille, et, sur cette quantité, la Réunion seule a fourni environ 70.000 kilos (la récolte s'est élevée parfois à 85.000 et à 90.000 kilos à la Réunion). La production de la Réunion règle donc le cours des prix de la vanille, qui demeurent subordonnés à l'abondance de ses récoltes. Une surproduction amènerait promptement une baisse irrémédiable des prix, que l'on a vus, parfois, déjà aux environs de 10 francs le kilo.

La culture de la vanille, si minutieuse, si délicate, convient, par excellence, aux petits cultivateurs qui, ayant quelques capitaux, peuvent attendre 4 ans avant de récolter; pratiquée en grand, elle ne semble pas devoir donner d'heureux résultats, comme l'ont montré les essais faits sur une grande échelle à la Réunion.

IV. — Culture du Pignon d'Inde.

Le pignon d'Inde (*Jatropa cureus*), employé comme tuteur du vanillier, devient un véritable arbre; mais, quand il supporte les vanilliers, il fleurit et fructifie à peine.

D'une venue admirable sous le climat de Madagascar, le petit pignon pourrait assurément être cultivé en vue de sa graine. Marseille et Bordeaux reçoivent, actuellement, de grandes quantités de ces graines sous le nom de *pulgaires* ou *purgaires* (de *purgare* probablement, les graines de pignon étant fortement purgatives, émétiques), provenant du Sénégal et des régions voisines; ces graines sont employées par les savonneries.

La culture de cette Euphorbiacée donnerait certainement des résultats avantageux, étant donnée la vigueur étonnante de cette plante dans ces régions et son rapide développement.

V. — Culture du Caféier.

L'*Hemileia vastatrix*, qui a détruit les caféiers de Ceylan, de la Réunion et de Nossi-Bé, a fait disparaître les espèces anciennes produisant les excellents cafés qui avaient fait la renommée de la Réunion. Dans ces dernières années, l'on a tenté, à la Réunion, la reconstitution des caféières à l'aide d'une espèce nouvelle très vigoureuse, le caféier *Liberia*, originaire d'Afrique; le caféier Libéria se développe merveilleusement, quoique sa feuille soit envahie par l'*Hemileia*, et il y a là quelque chose d'analogue à la vigne américaine supportant le phylloxéra et vivant avec ce parasite. Le caféier Libéria croît rapidement et devient presque un arbre; aussi faut-il arrêter son développement en pinçant les sommités; au bout de deux ans, il commence à fleurir, puis, à partir de ce moment, il fleurit deux fois par an, en juillet et en décembre. Les premières récoltes sont, toutefois, sans importance, et ce n'est guère qu'au bout de quatre ans qu'elles deviennent sérieuses.

A la Réunion, le Libéria a remplacé presque toutes les anciennes espèces : il reste à savoir si le fruit de ce nouveau caféier aura la saveur de l'ancien café Bourbon, et s'il sera apprécié comme l'était l'ancienne espèce, variété du Moka, qui avait fait la fortune et le renom du café Bourbon.

Les installations pour la décortication de la fève sont très simples, les frais d'entretien des plantations et la récolte des fruits sont peu coûteux; mais, trois à quatre années s'écoulant entre la plantation et la première récolte, cette culture ne pourra être tentée que par des personnes disposant de quelques capitaux.

La loi douanière du 11 janvier 1892 a créé des avantages sérieux aux cafés provenant des colonies françaises en les exonérant de la moitié du droit de douane; c'est, par suite, un avantage de 0 fr. 78 par kilogramme accordé aux cafés français. Si Madagascar devient colonie française, elle jouira, de plein droit, de cette faveur; mais, si cette grande île est simplement soumise au protectorat, elle sera privée de cet avantage, et, chaque année, un décret devra, comme pour la Tunisie, fixer la quantité de produits admis à jouir de ce régime de faveur.

La même observation doit être faite pour les sucres, cacaos, vanilles, qui seront traités comme produits étrangers, si Madagascar devient pays de protectorat, au lieu d'être déclarée colonie française.

VI. — Culture du Cacaoyer.

Le cacaoyer, originaire d'Amérique, est peu cultivé dans les régions de l'océan Indien. Sa culture est fort restreinte à la Réunion, et c'est à peine si elle commence aux îles Comores et à Madagascar. La véritable raison de ce fait est la croissance lente du cacaoyer. Le cacaoyer se développe très lentement et reste chétif jusque vers la septième année; à peine, à ce moment, atteint-il la taille de deux mètres, ayant demandé jusque-là des soins minutieux. Vers la septième année le cacaoyer commence à fleurir et peut se passer des soins incessants qu'il a demandés dans son jeune âge. Les fleurs et les fruits couvrent l'arbre pendant huit mois de l'année, naissant sur le tronc et les grosses blanches. L'arbre atteint 7 à 8 mètres de hauteur à Madagascar vers la vingt-cinquième année et peut y vivre jusqu'à 40 ans. Une fois en rapport, le cacaoyer donne régulièrement de beaux revenus; la cueillette et la préparation du cacao n'offrent aucune difficulté et n'occasionnent pas de grands frais. Attendre sept à huit ans avant de récolter est donc le grand ennui de cette culture, qui ne peut être conseillée qu'à des colons pouvant dépenser pendant cette longue période de temps sans compter faire aucune recette. Mais, au bout de ce temps, les résultats sont tels qu'on ne saurait trop conseiller à toute personne faisant d'autres cultures de planter, chaque année, une parcelle de ses terres en cacaoyers.

VII. — Culture du Tabac.

En 1885 et 1886, j'ai fait des essais de culture de tabac, choisissant les espèces de La Havane et de Sumatra les plus en renom. Les quantités de tabac récoltées à l'hectare, la longueur et la finesse des feuilles étaient très remarquables; mais ces tabacs avaient deux grands défauts : ils brûlaient mal et contenaient de trop fortes proportions de nicotine. Une fumure riche en sels de potasse aurait pu donner à ces tabacs les qualités nécessaires pour les faire mieux brûler, et une préparation mieux comprise aurait pu ramener la nicotine à une proportion convenable. C'est ce que je n'ai pu tenter, n'ayant pas été encouragé, dans mes essais, par l'Administration des Tabacs de France, à laquelle j'avais envoyé ces produits. Si l'Administration voulait bien encourager des essais de cultures de tabacs à Madagascar, il est probable qu'elle pourrait trouver la les produits qu'elle est forcée d'acheter, à grands frais, chez nos voisins, et ce serait un beau résultat de nous affranchir ainsi d'un tribut de 80.000.000 de francs versés, chaque année, à l'étranger.

VIII. — Culture de l'Aloès et de l'Agavé.

L'aloès et surtout l'agavé ont été cultivés, ces dernières années, à la Réunion et à Maurice, en vue d'en extraire la fibre. Au bout de 6 à 8 ans, l'agavé fleurit et meurt, mais les bulbilles sans nombre qu'elle a produites, lancées au loin par la plante, poussent, envahissant les environs, étouffant herbes et plantes. La culture de l'agavé est donc facile et se fait sans frais appréciables; mais la baisse du prix de vente de la fibre et le faible rendement des feuilles en fibres rendent aujourd'hui cette culture peu rémunératrice. Les usines établies à la Réunion et à Maurice pour extraire la fibre d'agavé sont peu prospères. C'est pour ces raisons qu'après avoir planté une quantité considérable d'agavé, je n'ai pas cru devoir, la maturité venue, monter l'usine, peu coûteuse cependant, nécessaire à l'extraction des fibres.

La feuille de l'agavé contient de 5 à 7 % de son poids de fibre. Les machines actuelles, très imparfaites, n'extraient que 2 ½ % de cette fibre. Qu'une machine mieux comprise en extraie 4 %, et, du coup, cette industrie deviendra prospère; ce problème ne semble pas impossible à résoudre.

IX. — Riz et autres Cultures.

Les cultures que j'ai tenté de décrire sont celles de plantes tropicales. Possibles et rémunératrices dans la partie nord et sur les côtés est et ouest de Madagascar, plusieurs seraient impraticables sur les plateaux très élevés du centre et dans le sud de l'île. Mais ces régions moins chaudes pourraient être employées à d'autres cultures : le blé et la vigne y réussiraient à merveille, ce que l'expérience a, d'ailleurs, établi à Tananarive et à Finarantsoa.

Si je n'ai rien dit du riz, si répandu au sud comme au nord de l'île, c'est que la prospérité de cette culture à Madagascar est telle qu'il n'y a pas lieu de plaider sa cause. Le riz de Madagascar alimente, en effet, en partie la Réunion, Maurice, les Comores, Zanzibar et une longue étendue de la côte est de l'Afrique. Malgré cette grande exportation, je ne pense pas que l'Européen trouve profit à se livrer à la culture de cette céréale : l'Indigène la pratique avec une telle intelligence et dans des conditions si économiques qu'elle semble devoir lui être réservée. Mais je devais marquer ici l'importance considérable de cette exploitation, sur laquelle je me résigne d'autant plus volontiers à être bref qu'elle sera, plus loin, étudiée, au point de vue commercial, par M. Foucart.

A. de Faymoreau d'Arquistade.

LES GISEMENTS AURIFÈRES DE MADAGASCAR

Madagascar renferme de nombreux filons aurifères. La distribution de ces gisements est en rapport évident avec la structure géologique générale de l'île. Pour cette raison, nous indiquerons tout d'abord les principaux caractères de cette structure.

I. — Disposition générale des Sédiments.

Les roches primitives, granite, gneiss, micaschistes, constituent la base même de l'île de Madagascar. Elles forment la grande chaîne de montagnes qui se dirige du sud au nord, divisant l'île en deux versants bien distincts : l'un, le versant est, à pente très raide; l'autre le versant ouest, à pente relativement douce.

II. — Veinules, Pépites et Paillettes d'Or.

Les gisements métallifères abondent à Madagascar : le fer, le cuivre, le plomb, le zinc, l'antimoine sont signalés dans un grand nombre de localités : quant à l'or, il se rencontre à peu près dans toutes les formations. Il existe dans les filons de quartz et de diorite à l'état de veinules, de mouches, de particules invisibles, et dans les alluvions à l'état de pépites et de paillettes de toutes dimensions.

Les filons sont très nombreux et constituent une véritable zone aurifère qui commence à Suberbieville (fig. 1), à la séparation des terrains de dépôt et du terrain primitif. Dans le terrain cristallin, cette zone est constituée par une bande de 50 kilomètres

Fig. 1. — *Coupe géologique de Majunga à Suberbieville.*

Autour de ces roches sont venus se déposer les terrains stratifiés, et l'on trouve des représentants de toutes les époques géologiques.

Le terrain silurien, quoique sans fossile, a été reconnu dans le sud de l'île; on y a signalé aussi la présence du terrain houiller. Celui-ci a été également découvert dans le nord, aux environs de Nossi-Bé, mais on n'y a pas constaté de houille exploitable.

Le trias, le lias, le jurassique sont mieux connus. On considère les gypses d'Amparihihe comme triasiques; nous avons découvert le long du Mevanana, aux environs d'Ambalasaracomby, des lignites que l'on rattache au lias.

Enfin, on rencontre des affleurements de terrain jurassique à Setsabori, à Belalitra.

Le terrain crétacé est remarquable par ses fossiles caractéristiques, et couvre de vastes étendues.

Le terrain tertiaire se trouve un peu partout, notamment sur la côte est et à Fort-Dauphin.

Mais, de tous les terrains, c'est le quaternaire qui a pris le plus grand développement, au moins dans la partie médiane du versant ouest de l'île.

Enfin, on a reconnu l'existence d'anciens volcans et de nombreux dykes de basaltes. Ce sont ces roches éruptives, qui, jointes aux roches primitives, ont donné à l'orographie de l'île un caractère spécial.

de largeur, que des explorateurs ont suivie sur une longueur de plus de 100 kilomètres parallèlement à la ligne de faîte de l'île. Cette bande se prolonge sûrement vers le sud, car les dernières prospections de nos agents à la limite sud de nos concessions (*Imaetsamena*) ont accusé des teneurs aussi bonnes que dans le centre. Cette bande est sillonnée de filons de quartz de direction générale 4°5 est-ouest.

Des essais, faits sur des quartz en place, ont donné des teneurs supérieures à une once par tonne.

L'or se trouve aussi quelquefois dans le granite, comme nous l'avons constaté à Setsakifenjy, dans le micaschiste à Amposiny, dans le gneiss, comme l'ont montré les cailloux roulés dans le Nandrozia, enfin dans des bandes de gneiss pourri, ayant plusieurs kilomètres de longueur; mais ces rencontres ont toujours été faites au voisinage immédiat des placers de quartz.

L'or est toujours accompagné de pyrite de fer. Quand les conditions de formation des métaux ont été telles que l'or ne se dégageait pas de la pyrite au moment de la formation du cristal pyriteux, l'or est resté inclus dans le cristal, et, après la destruction de celui-ci par l'oxydation, l'or s'est dégagé à l'état de poudre (or fin). Lorsque, au contraire, les conditions ont été telles que l'or a pu se dégager au moment de la formation de la pyrite,

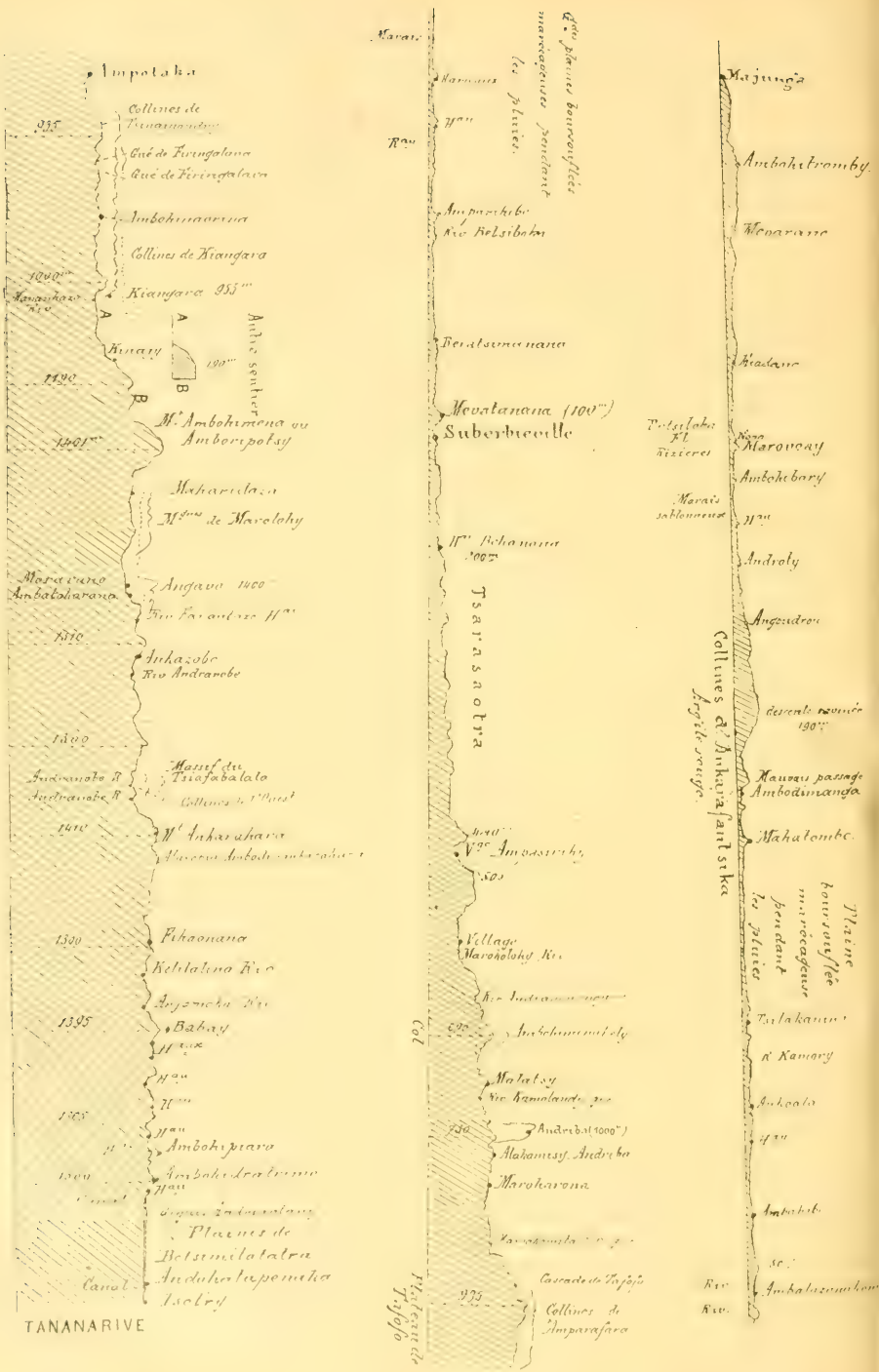


Fig. 2. — Profil du chemin de Majunga à Tananarive.

il a cristallisé en gros éléments (or gros, pépites).

Tous les filons n'ont pas été travaillés. Deux seulement ont été mis en exploitation.

L'un, de faible épaisseur, a donné de belles teneurs, et son exploitation n'a été interrompue que par des circonstances absolument étrangères au travail. L'autre, plus épais, d'une puissance de 4 mètres et d'une bonne teneur moyenne, est connu par ses affleurements sur une longueur de 8 à 10 kilomètres, et rien que dans la partie en montagne, située au-dessus du niveau de la vallée du Nandrozia, on peut y préparer des étages sur plus de 100 mètres de hauteur.

La destruction par les érosions des crêtes de filons et des terrains primitifs aurifères a donné naissance à de nombreux dépôts alluvionnaires à diverses époques géologiques, dépôts qui se continuent encore de nos jours.

La coupe figurative ci-jointe (fig. 1, page 715) montre la disposition de ces alluvions ainsi que la géologie générale de Suberbieville à Majunga. D'autre part, la figure 2 indique le relevé général des couches, avec cotes, de Majunga à Tananarive. Quant aux coupes véritables prises sur le terrain, on en rencontre rarement. En voici cependant une qui a été prise aux environs de Mevatanana :

1° A la base, gneiss et micaschistes formant les substructures ;

2° Une couche de schistes chloriteux de 1 mètre ;

3° Une couche de galets de 0 m. 50 ;

4° Une couche de 6 à 8 mètres d'arène blanche provenant de la décomposition d'un granite à mica blanc ; les parties de feldspath sont décomposées ;

5° Au sommet, une couche d'argile rouge sablonneuse, avec godets de quartz roulés, renfermant de l'or.

Ainsi que le montre notre figure 1, on distingue deux sortes d'alluvions : les alluvions anciennes et les alluvions modernes, auxquelles il faut encore joindre les alluvions actuelles ou lits de rivières desséchés ou non.

Les alluvions anciennes sont très variées, elles se présentent souvent en masses considérables ayant de 20 à 30 mètres de puissance et couvrant de vastes étendues. Les recherches faites sur ces masses ont donné des rendements de plus de 1 gr. d'or par mètre cube.

Il en est de même des alluvions modernes : celles-ci sont formées, comme les précédentes, de la destruction de toutes les autres formations, y compris les débris des alluvions anciennes. Lorsqu'elles reposent directement sur la roche primitive aurifère, granite, gneiss, micaschiste, diorite, la partie inférieure de l'alluvion, celle qui est immédiatement en contact avec la roche primitive, est de beaucoup la plus riche.

La roche primitive aurifère, lors de l'érosion, a subi un véritable lavage ; les parties argileuses, faciles à délayer et légères, ont été entraînées au loin par la violence du courant ; les parties lourdes, et notamment l'or, sont restées à la place où elles avaient été formées, et l'alluvion les a recouvertes.

Quant aux alluvions actuelles ou lits de rivières, ce sont des bancs de sable d'une épaisseur relativement faible, 3 à 4 mètres, et présentant des échantillons de toutes les roches de la contrée. Les remaniements de chaque crue, entraînant plus facilement les parties légères que les parties lourdes, produisent un enrichissement partiel de la masse, surtout sur la partie amont des îlots que forme la rivière. — En plus de l'or, on trouve, dans les alluvions, des pierres précieuses telles que la topaze, l'émeraude, le rubis, le saphir ; mais ces pierres sont généralement sans valeur.

III. — Exploitation minière.

Depuis fort longtemps on connaissait l'existence de l'or à Madagascar ; mais les explorations y étaient non seulement difficiles, mais dangereuses, par suite des peines édictées à ce sujet par le gouvernement Hova. Cependant, dès 1874, nous avions déjà pu, dans nos divers voyages dans l'est, le centre et la partie ouest de l'île, nous rendre compte de l'importance des gisements et nous faire une idée approximative de leur teneur moyenne ; mais ce n'est qu'en 1886 que nous avons pu décider le gouvernement à traiter avec nous et à nous donner la concession que nous possédons aujourd'hui. C'est à cette époque que les recherches méthodiques ont commencé.

En présence des résultats favorables que nous donnaient nos nombreuses prospections, nous n'avons pas hésité à nous imposer de lourds sacrifices pour doter ces immenses gisements des appareils d'exploitation les plus perfectionnés, les faisant venir d'Europe et d'Amérique.

Pour créer le grand mouvement industriel que nous entrevoyions très clairement dès le premier jour, il nous a fallu faire des chemins, organiser toute une batellerie, construire une usine de traitement des minerais, dériver les rivières, utiliser les nombreuses chutes d'eau du pays, bâtir des maisons pour loger le personnel européen, créer des villages pour les indigènes, etc.

Cette courte énumération donnera une idée de l'importance du capital déjà immobilisé dans cette entreprise, ainsi que de la somme d'énergie et de ténacité qu'il a fallu montrer au milieu de difficultés de tous genres et de populations trop souvent hostiles.

Léon Suberbie.

Directeur
de la Compagnie coloniale des Mines d'Or
de Suberbieville et de l'Ouest de Madagascar.

L'ÉTAT DU COMMERCE A MADAGASCAR

ET L'AVENIR ÉCONOMIQUE DE L'ILE

Les articles qui précèdent ont fait connaître la géographie, la faune, la flore, les cultures, les mines, les populations et l'état de civilisation de Madagascar. Pour compléter le tableau du pays, il reste à en montrer la valeur économique et aussi à exposer les raisons qui permettent d'espérer que cette valeur, restée en partie latente jusqu'à présent, s'accroîtra beaucoup si l'œuvre de la colonisation est conduite d'une manière convenable. Ce sera, en dehors de toute considération politique, la meilleure justification des importants sacrifices que notre nation s'impose pour s'assurer la possession définitive de la grande île africaine.

Nous examinerons donc successivement les ressources qu'on peut tirer de Madagascar et les débouchés qu'y doit trouver notre commerce. Mais auparavant, il est nécessaire de dire quelques mots de ce qu'on pourrait appeler l'outillage économique du pays, particulièrement en ce qui concerne la facilité des échanges, la commodité, la rapidité et la sûreté des communications tant avec l'extérieur que dans l'intérieur de l'île. La question des transports, surtout de ceux entre les côtes et le centre, a d'autant plus d'importance à Madagascar que rien n'y a encore été fait pour la résoudre. C'est une des premières dont le Gouvernement aura à s'occuper quand sera vaincue la résistance que nous opposent les Hovas. Il entrait dans la politique de nos ennemis de laisser subsister tous les obstacles qui pouvaient arrêter la marche d'une armée envahissante, et ce sont ces obstacles qui, en entravant les communications, ont retardé pendant de longues années le développement commercial et industriel de Madagascar.

[illegible] *[illegible] mouillent les grands navires.* L'arbre, photographié au premier plan, près des [illegible] l'espèce [illegible] très répandue dans l'île.

I. — COMMUNICATIONS EXTÉRIEURES ET INTÉRIEURES.

§ 1. — **Relations avec l'extérieur.**

Service des transports maritimes. — Les côtes de Madagascar sont peu découpées et ne présentent qu'un petit nombre d'abris; ce sont, en général, des rades foraines dont aucun travail humain n'a amélioré les conditions naturelles, souvent défectueuses au point de vue de la tenue et de la protection contre le vent et la houle. Excepté à Diego-Suarez et, depuis peu, à Majunga, les navires ne trouvent dans les ports malgaches ni facilités pour le débarquement, ni moyens de réparer des avaries, ni possibilité de s'approvisionner de charbon. Aucun phare ne guide le marin pendant la nuit, aucun signal n'aide l'atterrissage pendant le jour. Dans ces conditions, ne s'arrêtent à Madagascar que les navires qui ont à y prendre ou à y déposer des marchandises. A moins d'un cas de force majeure, les autres n'y relâchent pas.

Les seuls points du littoral fréquentés par des navires au long cours sont : au nord, Diego-Suarez (fig. 1), à l'est, Vohimarina, Tamatave, Vatomandry, Mahanoro, Mananjary, au sud Fort-Dauphin, à l'ouest Nossi-Vé, Morondava, Majunga et Nossi-Bé (fig. 2). Les autres ports ne sont visités que par des caboteurs, par des bateaux allant à Maurice ou à la Réunion et par des boutres arabes venant des Comores ou de Zanzibar.

De ces ports, le plus important jusqu'à présent a été Tamatave (fig. 4, page 722) où s'arrêtent annuellement une quarantaine de vapeurs, 20 à 30 voiliers et environ 150 côtiers, représentant en tout à peu près 75.000 tonneaux. Ces navires sont français, anglais, allemands et américains du Nord.

Le port de Majunga prendra probablement, après la guerre, une place qu'il n'avait pas jusqu'ici; en dehors d'un vapeur français qui faisait un service régulier avec Nossi-Bé et la côte occidentale, il ne recevait habituellement que des boutres et des goélettes.

Des communications maritimes régulières relient Madagascar à l'Europe, à l'Afrique et aux îles voisines, Maurice et la Réunion. Elles sont assurées par les vapeurs des *Messageries maritimes*, de la *Compagnie havraise péninsulaire* et de l'*Union and Castle lines Company*.

Fig. 2. — *Rade d'Helleville à Nossi-Bé.* — (Vue prise de l'Agence des Messageries Maritimes

— *Barques pour le transport des voyageurs et des paquets sur la rivière l'Ikopa.*

Les paquebots des *Messageries maritimes* (carte p. 651) partent de Marseille le 12 de chaque mois et, après avoir touché à Port-Saïd, Suez, Obock, Aden, Zanzibar, Mayotte et Nossi-Bé, font escale à Diego-Suarez, à Sainte-Marie de Madagascar et à Tamatave; le trajet jusqu'à ce dernier point durait 26 jours. Le bateau allait ensuite à Maurice et à la Réunion.

On peut aussi aller à Madagascar par une voie indirecte en empruntant jusqu'à Mahé le *paquebot d'Australie* partant de Marseille le 1er de chaque mois; de Mahé un vapeur annexe conduit à la Réunion, où l'on prend au retour le paquebot de la ligne directe.

Actuellement ces itinéraires sont un peu modifiés; les paquebots des *Messageries maritimes* vont directement à Majunga, tandis qu'avant la guerre franco-hova, ce port n'était relié que par un petit vapeur partant de Nossi-Bé, s'arrêtant d'abord à Morotsanga et allant ensuite à Maintirano, Morondava, cap Saint-Vincent et Nossi-Vé, desservant ainsi les ports principaux de la côte occidentale de Madagascar.

Le prix du voyage de Marseille à Tamatave est de 1.450 fr. en première, de 915 fr. en seconde et de 450 fr. en troisième. Pour les marchandises, le fret par mètre cube ou par 1.000 kilogrammes varie de 48 à 60 fr. suivant les catégories de marchandises. Les petits colis sont transportés d'après un tarif spécial, qui est proportionnellement plus élevé.

La *Compagnie havraise péninsulaire* a également un service direct pour Madagascar; les navires, partant tous les mois du Havre, s'arrêtent à Bordeaux-Pauliac et à Marseille. Les escales sont ensuite les mêmes que celles des bateaux des *Messageries*, sauf celles de Mayotte et de Nossi-Bé, qui n'existent pas. Actuellement la *Compagnie havraise péninsulaire* dessert directement Majunga, où elle a transporté beaucoup de matériel et d'approvisionnements.

Les prix de transport des marchandises et des voyageurs sont sensiblement moins élevés par les bateaux de la *Compagnie havraise* que par ceux des *Messageries*. De plus, ces derniers, étant chargés du service postal, sont astreints à ne rester dans chaque port qu'un nombre d'heures déterminé; il arrive fréquemment que ce temps n'est pas suffisant pour débarquer toutes les marchandises qu'ils doivent déposer dans le port; ils ne les remettent au destinataire qu'au retour. De là des retards très préjudiciables, qui font que les commerçants préfèrent souvent l'autre ligne.

Par les voiliers, le prix de fret d'Europe à Madagascar varie entre 30 et 35 fr. par tonneau pour les chargements en plein. Les vapeurs affrétés en vue de l'expédition ont fait le transport du matériel de guerre à un prix sensiblement plus haut.

Les bateaux de l'*Union and Castle lines*, qui partent de Southampton pour Madère et le Cap, vont toutes les quatre semaines à Madagascar; le port desservi est Tamatave ou Vatomandry; depuis deux ans, certains navires anglais font même escale à Fort-Dauphin.

Câble de Majunga à Mozambique. — C'est seulement depuis quelques mois que l'île de Madagascar est reliée au réseau télégraphique universel par un câble qui va de Majunga à Mozambique, où il se rattache aux lignes de l'*Eastern and South African Co*. Ce câble pour lequel une dépense de trois millions avait été prévue dans les crédits demandés aux Chambres en vue de l'expédition, fonctionne depuis le commencement d'avril.

§ 2. — Communications intérieures.

A l'intérieur de Madagascar, les communications par les voies terrestres et par les voies fluviales sont très difficiles.

Voies fluviales. — En général, les fleuves ne sont pas navigables ou ne le sont que dans une partie limitée de leur cours. Ceux du versant oriental, notamment, sont fréquemment interrompus par des cascades et par des chutes; la rapidité de leur pente et l'irrégularité de leur profondeur empêchent qu'ils puissent rendre de grands services; d'ailleurs, sauf le Mangoro et le Mananara, ils prennent leur source à peu de distance de la mer.

Les fleuves de l'ouest (Ex. : fig. 3), se jetant dans le canal de Mozambique, ont un cours plus long et débitent un plus fort volume d'eau. Le Betsiboka et le Tsiribihina, notamment, une fois descendus du Massif central, où ils prennent naissance, coulent dans la plaine sakalave sans être coupés par trop d'obstacles. Ils sont alors navigables pour des embarcations ayant un faible tirant d'eau.

Le Betsiboka, qui a son embouchure près d'une grande ville (Majunga) et dans une grande rade, constitue la plus importante voie de pénétration; pendant une partie de l'année, le plan d'eau au-dessus des seuils rocheux, est assez haut pour que des chaloupes à vapeur puissent faire un service régulier entre Majunga et Mevatanana, à environ 140 kilomètres de la côte; pendant les mois de la saison sèche, le fleuve cesse d'être navigable à Marowoay.

Le plan de la campagne actuelle comportait une large utilisation du Betsiboka, qui permet de faire par eau le tiers environ du trajet entre Majunga et Tananarive; par suite de retards dans le transport et dans le montage du matériel qui devait être employé, nos troupes ont été forcées de s'en passer et

d'effectuer dans les régions côtières, qui sont les plus chaudes et les moins saines, une marche longue et fatigante.

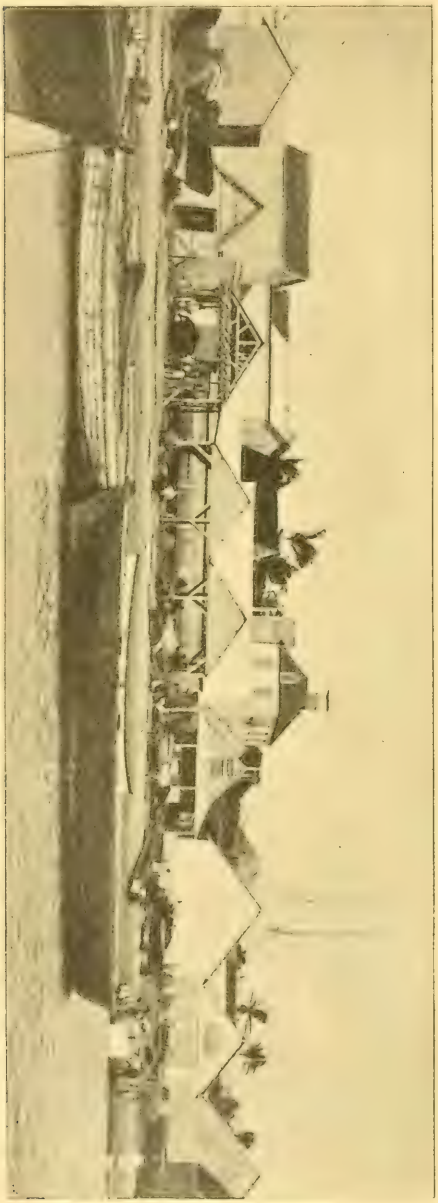


Fig. 4. — *Docks et Quai de Tamatave.*

Sur le Massif central, certains cours d'eau peuvent servir aux transports ; c'est ainsi que les matériaux de construction parviennent à Tananarive par la rivière l'Ikopa.

Sur la côte orientale, il existe, à une petite distance de la mer, une ligne presque continue de lagunes, qui s'étend sur plus de 300 kilomètres de longueur. Ces lagunes sont navigables et ne sont séparées que par des isthmes étroits qu'il serait aisé de couper; on éviterait ainsi les retards, les avaries et le surcroît de dépense qu'occasionnent actuellement le débarquement des marchandises et leur transport à dos d'homme, avec celui des embarcations qui les contenaient, jusqu'au point où les pirogues peuvent être remises à flot.

Communications par terre. — Par suite de la nature et du relief du sol de la plus grande partie de Madagascar, les communications par terre sont pénibles: Aucun travail n'a été fait jusqu'à présent pour rendre plus commodes la traversée des forêts, l'ascension des montagnes, le passage des marais et des rivières. Il n'existe ni routes, ni ponts. De simples pistes, capricieusement tracées, nullement entretenues, résultant uniquement d'un parcours répété sur les mêmes points, relient les villages et donnent accès à l'intérieur du pays. Elles sont encombrées d'obstacles, ravinées par les pluies, et suivent toutes les dénivellations du terrain. Durant l'hivernage, elles deviennent véritablement impraticables, particulièrement dans les régions accidentées de la forêt, où les montées et les descentes se succèdent sans interruption.

A la rencontre des cours d'eau, un tronc d'arbre est quelquefois jeté d'une rive à l'autre, si la distance n'est pas trop grande ; le plus souvent, fleuves et rivières se passent à gué ou avec des pirogues (fig. 8, page 726). Des routes aussi rudimentaires ne se prêtent pas à la circulation des voitures ; aussi n'en existe-t-il pas à Madagascar. Quant aux animaux, jusqu'à présent ils n'ont été employés que d'une manière exceptionnelle pour le transport des marchandises et des voyageurs, lequel se fait toujours à dos d'homme.

Les marchandises sont presque forcément distribuées en un grand nombre de paquets. En général, un homme est nécessaire pour 40 à 50 kilogrammes, et le fardeau doit, autant que possible, être divisé en deux parties, qu'on attache aux extrémités d'un long et gros bambou, nommé *bao*, placé sur l'épaule du porteur (fig. 5). Quand le colis est indivisible, on réunit la charge de deux hommes et on suspend le tout au milieu d'un bâton porté à chaque bout. Lorsque l'objet est très lourd, le transport devient difficile et même impraticable.

Les porteurs ainsi chargés ne peuvent faire que des étapes variant entre 15 et 20 kilomètres par jour. Ils s'appuient, en marchant, sur une sagaie

Fig. 5. — *Porteurs de Fibres de Rafia à Andakana*

Fig. 6. — *Porteurs de paquets faisant halte dans un village de l'Est*

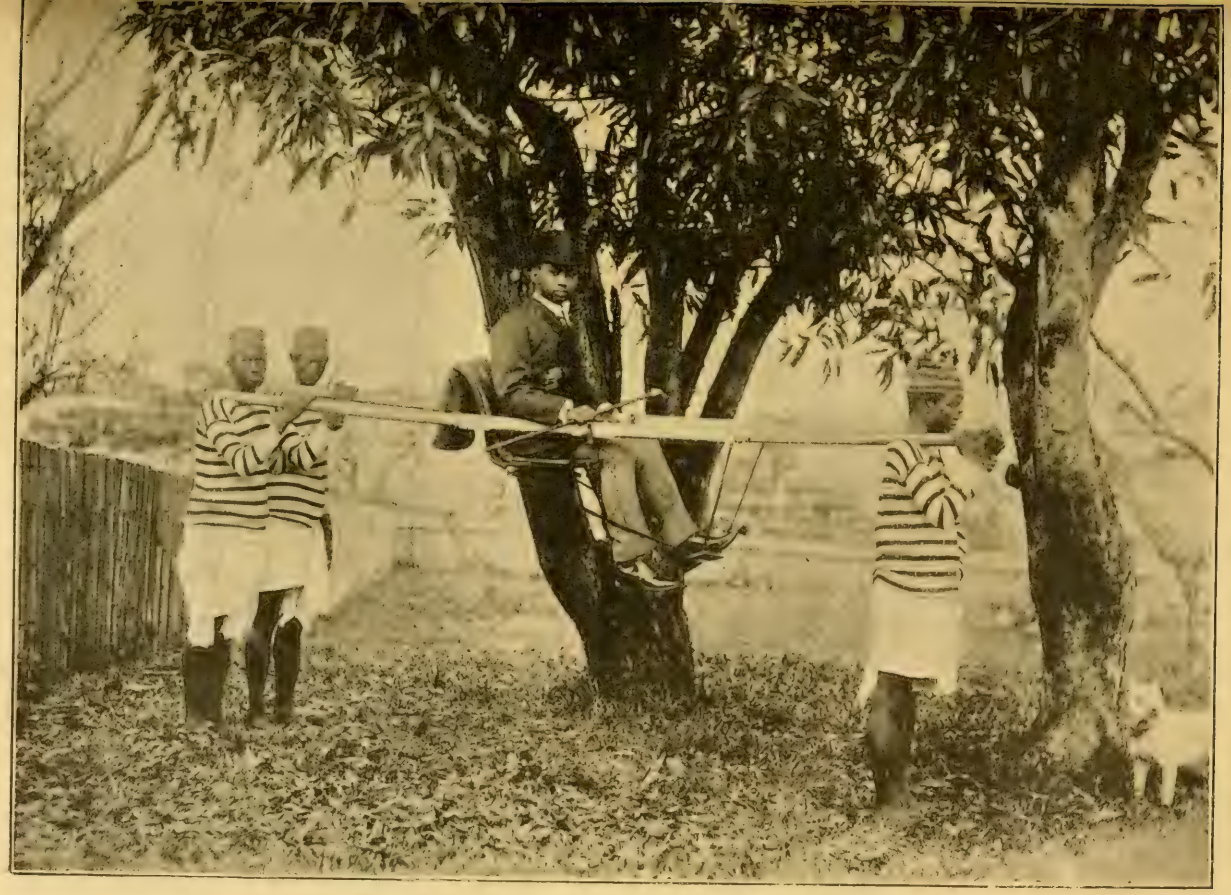


Fig. 7. — *Filanjana ou palanquin malgache.*

dont l'extrémité opposée à la pointe est garnie d'un fer aplati servant à tailler des gradins dans l'argile glissante des montées.

Les poids indiqués précédemment se rapportent aux marchandises proprement dites. Quand un transport rapide est nécessaire, par exemple quand il s'agit de bagages accompagnant des voyageurs, les porteurs ne doivent pas être chargés de plus de 20 à 25 kilogrammes; dans ces conditions, ils peuvent, sur les sentiers frayés, parcourir 50 kilomètres par jour.

Pour les voyageurs, le véhicule adopté est le *filanjana*, formé de deux brancards de trois mètres de longueur soutenant vers le milieu un siège en toile (fig. 7 et 9). Quatre hommes, deux à l'avant, deux à l'arrière, soutiennent l'appareil sur les épaules. Dans les grands trajets, on emmène six à huit porteurs qui se relaient, même en courant, sans que le voyageur éprouve de trop fortes secousses.

Fig. 8. — *Passeur Betsimisaraka opérant la traversée, d'une rive à l'autre, dans les rivières peu profondes de la côte Est.*

Les porteurs de filanjana ont besoin de beaucoup de vigueur et sont toujours des hommes jeunes; on n'en voit que rarement ayant plus de 23 ou 24 ans. Plus tard ils se font porteurs de marchandises et exercent ce métier jusqu'à l'âge de 50 ou 55 ans.

Les Malgaches qui font les transports se nomment *borizany* et forment une corporation assurant, au moyen de cotisations, certains avantages à ses membres. Par leur entente, ils arrivent à maintenir le prix des transports à un taux relativement élevé; mais il est juste de dire qu'ils prennent toujours soin des marchandises qui leur sont remises et qu'ils sont remplis de prévenances pour les voyageurs qui se confient à eux.

Fig. 9. — *Passage, en filanjana, du pont conduisant à Mandrossa, dans l'Imérina.*

Prix des transports par terre. — Pour donner un aperçu des prix des transports, je prendrai comme

exemple la route de Tamatave à Tananarive, qui est la plus fréquentée de l'île. Les porteurs se paient à forfait 17 fr. 50 à la montée et 12 fr. 50 à la descente, soit, en moyenne, 15 francs pour un parcours d'environ 300 kilomètres; en admettant une charge de 40 kilogrammes par homme, le prix de transport de la tonne est de 375 francs, ou 1 fr. 25 la tonne kilométrique. En réalité, le prix est plus élevé à cause des emballages qui représentent un poids mort notable.

En faisant le même calcul pour la route de Majunga à Tananarive, qui a 440 kilomètres, et pour laquelle les porteurs exigent rarement moins de 25 francs, on arrive à environ 1 fr. 50 pour la tonne kilométrique. La différence vient de ce que cette route est moins sûre que l'autre, et de ce que les porteurs n'aiment pas à la suivre à cause des cailloux quartzeux qui, dans certaines parties du trajet, rendent la marche pénible et même dangereuse.

Un voyageur qui se rend de Tamatave à Tananarive est forcé d'emmener huit hommes pour le filanjana et quatre au moins pour les bagages, les provisions, le couchage et la batterie de cuisine. Avec les frais accessoires, la dépense est d'au moins 250 francs.

En ce qui concerne spécialement les marchandises, ces prix élevés, qui s'accroissent encore pour les routes peu fréquentées, ont mis jusqu'à présent le commerce dans des conditions défavorables. Seuls, les produits ayant une grande valeur et un faible poids peuvent arriver à la côte pour être exportés, sans être grevés de frais rendant tout bénéfice impossible. Dans l'état actuel des choses il ne faut pas songer, par exemple, à exporter le riz, bien qu'il soit à bas prix et très abondant dans l'Imérina.

Les mêmes raisons empêchent d'envoyer dans le centre de l'île certaines marchandises qui y seraient très appréciées. La verrerie, les ustensiles de ménage en porcelaine et en faïence auraient certainement un grand débit chez les Hovas, si l'on pouvait les vendre à un prix se rapprochant de leur valeur réelle de fabrication; actuellement les frais de transport résultant du poids et de la fragilité de ces produits majorent trop fortement le prix de vente.

La difficulté des transports explique aussi le bon marché de la vie à Tananarive pour celui qui se contente de ce que le pays fournit. L'Imérina est une région de grande production, dont toutes les denrées doivent être consommées sur place. La nourriture d'un indigène ne lui coûte pas deux sous par jour; mais l'Européen qui mange du pain, qui boit du vin, dépense au moins dix fois plus.

Mouvement des marchandises entre les côtes et l'intérieur. — Tout en étant forcément limité, le mouvement des marchandises entre les côtes et l'intérieur est assez actif. Certains produits, tels que le caoutchouc, les cuirs, le raphia à l'exportation, les étoffes, les liquides, le sel et beaucoup de menus articles peuvent supporter des frais de transport élevés. Les premiers n'ont pas d'usages dans le pays ou n'y trouveraient que des débouchés insuffisants; les seconds sont devenus des objets de première nécessité pour la plupart des populations de l'intérieur : c'est ainsi que, chez les Hovas et dans plusieurs autres tribus, les cotonnades importées ont complètement remplacé les tissus indigènes.

Les évaluations qu'on a faites de l'importance du trafic entre Tamatave, port principal de Madagascar, et Tananarive, centre considérable de production et de consommation, sont assez variables. En me basant sur le nombre des porteurs qui arrivent journellement aux points extrêmes de la route, je l'ai fixé à environ 6.000 kilogrammes par jour à la descente et à la montée, soit, au total, environ 4.500 tonnes par an. Pour avoir le tonnage global des transports entre les côtes et l'Imérina, il faudrait y ajouter le trafic qui se fait avec Vatomandry et Mahanoro sur la côte orientale. Quant à la route de Majunga, ce qui y passait jusqu'ici était insignifiant. Il n'y avait de mouvement commercial appréciable qu'entre Majunga et Mevatanana.

Eventualité d'une voie ferrée. — Même si l'on double le chiffre indiqué, le tonnage est bien faible pour alimenter un chemin de fer reliant la côte à la capitale; il est faible surtout si l'on considère que l'établissement d'une voie ferrée rencontrerait des difficultés techniques coûteuses à surmonter; quels que soient le tracé et le système adoptés, le mouvement des terres et les ouvrages d'art entraîneraient d'énormes dépenses. Il est vrai que l'existence d'une voie rapide, commode et plus économique, développerait certainement le trafic actuel; mais il semble difficile qu'avant un temps assez long, un chemin de fer puisse être exploité sans une garantie d'intérêt du capital engagé dans la construction. C'est ce que visent probablement ceux qui ont présenté des projets, et c'est ce qu'il faudra accorder à celui qui en exécutera un, si, pour des motifs politiques et militaires, plutôt encore que commerciaux, on se décide à établir immédiatement un chemin de fer. Dans ce cas, il se ferait probablement sur le versant occidental; le trajet serait plus long que par la côte est, mais les difficultés seraient moindres.

La conséquence d'une telle décision serait, à brève échéance, la ruine de Tamatave, que supplanterait Majunga. On peut donc s'attendre à des luttes ardentes quand la question sera soulevée.

Routes à construire. — Qu'on fasse ou non ce che-

min de fer, il faudra construire des routes ; elles sont indispensables et elles peuvent suffire pour tenir le pays au point de vue militaire et pour en tirer parti commercialement.

Ces routes pourront être établies économiquement au moyen de la corvée, forme d'impôt à laquelle les Malgaches sont habitués et dont le général Metzinger s'est peut-être trop pressé d'annoncer la suppression dans la proclamation qu'il leur a adressée en arrivant à Madagascar. En évitant, bien entendu, les abus que les Hovas ont faits dans ces dernières années de cette institution, en donnant même aux travailleurs une légère indemnité, on aura la main-d'œuvre suffisante pour transformer rapidement les sentiers en routes permettant la circulation des voitures ou, au moins, dans certains cas, des mulets et des bœufs porteurs.

Sans parler des premiers de ces animaux, qui, de même que les ânes et les chevaux, vivent bien à Madagascar, quoiqu'on ait dit le contraire au début de l'expédition, les bœufs pourront, quand ils auront été dressés, rendre de grands services pour les transports. Ils sont nombreux dans le pays et appartiennent à une race robuste et rustique. Même sans l'éducation spéciale, qui est indispensable, ils ont été d'une sérieuse utilité à la colonne qui est descendue de Tananarive à Majunga en novembre dernier.

Pour le tracé des routes, il suffira le plus souvent de partir, en y faisant les modifications et les améliorations nécessaires, des sentiers actuels, qui correspondent à des courants commerciaux établis depuis longtemps. Parmi les plus importants, on peut citer les chemins qui relient Tananarive à Tamatave, par Moramanga et Andovoranto (avec une bifurcation vers Vatomandry, à partir d'Irihitra) ; à Mahanoro, par Beparasy et Anosibe ; à Ambatondrazaka et au lac Alaotra, par Mandanivatzy ; à Majunga, par Mevatanana ; à Fianarantsoa, par Ambositra ; à Ankavandra, à Betafo et à Ihosy. La route de Fianarantsoa à Mananjary, par Alakamisy et Tsiatosika, est aussi assez fréquentée, ainsi que des pistes côtières restant à peu de distance de la mer ; ces dernières, parcourant des terrains plats sont relativement assez praticables et sont faciles à mettre en bon état.

Autres travaux publics à effectuer. — Ces travaux, dont il faudra entreprendre l'exécution à bref délai, sont loin d'être les seuls nécessaires. Pour ne parler que des principaux et de ceux qui ont une influence directe sur le développement du commerce, la construction de ponts, l'installation de bacs, l'amélioration de certaines voies fluviales, la création des ports, avec tous leurs accessoires, s'imposent également. Madagascar est un pays où, au point de vue des travaux publics, tout est à faire.

Ce vaste programme reçoit déjà en ce moment un commencement de réalisation. Comme trace visible et persistante de son passage, le corps expéditionnaire qui se dirige sur Tananarive laissera une route et des ponts ; un wharf a été établi à Majunga et, en quelques mois, la ville a été transformée. C'est un bon exemple pour l'avenir ; quand ceux qui combattent seront remplacés par ceux qui administrent, ceux-ci n'auront qu'à suivre cet exemple et ils ne devront jamais perdre de vue qu'à notre époque un pays ne peut se développer au point de vue économique que s'il possède un outillage lui permettant d'entrer en lutte avec ses concurrents dans de bonnes conditions.

§ 3. — **Postes et télégraphes à l'intérieur de l'île.**

L'organisation du service postal et l'établissement d'une ligne télégraphique allant jusqu'à la capitale sont à peu près les seules choses qu'on puisse mettre à l'actif du protectorat qui a fonctionné à Madagascar de 1885 à 1894.

La ligne télégraphique, terminée en 1887, suit à peu près, entre Tamatave et Tananarive, la route habituelle, dont elle évite seulement quelques détours. En dehors des bureaux extrêmes, tenus par des employés français, il existe, avec des employés indigènes, un bureau intermédiaire à Tanimandry, ville voisine d'Andovoranto, ainsi que des postes de coupure à Moramanga et à Beforona.

Le tarif était de 0 fr. 25 par mot, et la taxe minimum perçue pour une dépêche, de 2 fr. 50.

A mesure que le corps expéditionnaire avance, il installe un télégraphe. Quand nos troupes seront à Tananarive, la ligne reliée à celle du versant oriental, — qui actuellement est coupée, — établira, dans le prolongement du câble allant à Mozambique, une communication continue de l'ouest à l'est de l'île.

Le service postal, placé sous l'autorité du Résident général, qui l'avait établi, était fait par des agents de l'Administration française, par le personnel des résidences, par les représentants du *Comptoir National d'Escompte*, par des fonctionnaires hovas et enfin par des particuliers.

Tamatave, Tananarive, Majunga, Nossi-Vé et Fianarantsoa possédaient des bureaux de plein exercice ; des bureaux auxiliaires et des entrepôts existaient dans un certain nombre de localités, principalement sur les côtes.

Étant données les ressources dont on disposait et les conditions particulières du pays, le service était bien fait et répondait à tous les besoins. Les courriers partaient régulièrement et, en général, ar-

rivaient dans les délais prévus. Ils étaient dirigés par des *Tsimandoa*, messagers du gouvernement hova qui réquisitionnaient des hommes dans les villages pour porter les paquets.

Sur la ligne de Tamatave à Tananarive, il y avait, dans chaque sens, un courrier par semaine et un courrier supplémentaire correspondant avec le passage du paquebot-poste. De même, sur la ligne de Tamatave à Mananjary, qui desservait la côte.

Un courrier par semaine établit les communications entre Fianarantsoa et Mananjary ;

Un courrier par mois entre Tananarive et Fianarantsoa, entre Tamatave et Fénoarivo ;

Un courrier par mois entre Tananarive et Majunga, entre Vohimarina et Diego-Suarez.

Après l'expédition, il n'y aura qu'à réorganiser le service sur les mêmes bases et à l'étendre à mesure que les besoins le nécessiteront.

II. — Importance des produits indigènes.

L'île de Madagascar produit ou peut produire tout ce qui est nécessaire aux besoins de ses habitants et fait des importations susceptibles de prendre une grande extension. C'est donc un pays appelé à devenir riche.

Toutefois, il ne faut pas, ainsi qu'on l'a fait trop souvent, exagérer cette richesse future. Le sol est loin d'avoir la fertilité merveilleuse dont parlent beaucoup d'enthousiastes qui ne l'ont jamais vu et qui le représentent comme n'attendant qu'un coup de bêche pour laisser jaillir des trésors. Les ressources minérales qu'il renferme exigent, pour être mises au jour, beaucoup de travail, aussi bien que sa culture et l'élevage des animaux qu'il peut nourrir. Dans les régions où règne déjà une certaine aisance, l'indigène se donne de la peine, et le colon qui ira à Madagascar doit s'attendre également à en prendre. Il y trouvera seulement, ainsi qu'on le verra par l'exposé des productions du pays, un vaste champ ouvert à son activité.

§ 1. — Produits minéraux.

Le sol renferme un grand nombre de gîtes métallifères qui, non seulement ne sont pas exploités, mais encore ne sont pas bien connus. Le gouvernement Hova, loin d'en favoriser la recherche et l'étude, a, à plusieurs reprises, édicté des peines sévères contre ceux qui l'entreprendraient.

L'*or* est abondant, particulièrement dans l'Ankaratra, dans l'ouest à Mevatanana, dans le voisinage du lac Itasy et dans le Betsileo. Il est exploité soit en cachette par les indigènes pour leur propre compte, soit par le gouvernement Hova, soit par des Européens qui ont reçu de lui des concessions moyennant la promesse d'une partie des produits.

La question des mines d'or étant traitée dans un article spécial, je ne m'y appesantirai pas. Je remarquerai seulement qu'une heureuse influence sera exercée sur la colonisation par l'existence de ces mines, qui attireront des capitaux à Madagascar et qui permettront, avec la part des bénéfices légitimement réservée à l'administration locale, d'exécuter d'utiles travaux publics sans qu'il en coûte rien à la métropole.

Dans le sud de l'Imérina existent des gisements de galène argentifère ; on a également signalé l'*argent* dans la région du lac Alaotra.

Le *cuivre* se trouve au sud d'Ambositra à Ambatofangahena et dans l'ouest à peu de distance de Mojanga.

Quant au *fer*, les minerais qui le contiennent se rencontrent partout ; les plus riches sont dans l'Imérina, le Betsileo et le Menabé. Les indigènes connaissent depuis longtemps l'art d'extraire et de travailler le métal : ils emploient des procédés se rapprochant de la méthode catalane et façonnent le fer en masses et en barres, que les forgerons transforment ensuite en outils pour les différents métiers et en ustensiles agricoles.

Les *combustibles minéraux* existent à Anbavatoby dans la baie d'Ampassindava, mais en couches d'une trop faible puissance pour être utilement exploitables. La nature du terrain dans la plus grande partie de Madagascar ne permet pas d'espérer qu'on y puisse trouver de la houille. La force motrice indispensable pour les diverses industries qui s'établiront dans le pays devra donc être fournie par des machines à vapeur alimentées au bois ou par les nombreuses chutes d'eau des régions montagneuses.

Dans le voyage qu'il a terminé récemment, M. Gautier a vu, près d'Ankavandra, des sources de bitume qui lui donnent lieu de croire que le *pétrole* existe à Madagascar.

Bien qu'en dehors du Massif central et de quelques autres points les habitations se fassent ordinairement en bois, les matériaux de construction ne manquent pas dans le sol.

Le granit et le gneiss sont les roches les plus communes. On exploite les carrières par un procédé indigène, qui consiste à étendre sur la pierre une couche de bouse de vache séchée, qu'on fait brûler lentement pendant un temps plus ou moins long ; on obtient ainsi des morceaux d'une grande régularité d'épaisseur et dont les dimensions ne sont limitées que par les difficultés du transport ; dans les tombeaux hovas on voit souvent des dalles pesant plusieurs milliers de kilogrammes, et les pierres dressées qu'on rencontre dans beaucoup de parties du pays n'ont pas un poids moindre.

Par suite du travail qu'exige la taille, le granit

est assez coûteux, même dans les régions où il est le plus abondant; aussi en limite-t-on, autant que possible, l'emploi dans les constructions ordinaires; à Tananarive on ne fait en pierre que les soubassements, les seuils, les appuis de fenêtre et les colonnes soutenant les balcons extérieurs.

Les *calcaires* se trouvent en masses plus ou moins considérables au milieu du terrain primitif, notamment à l'est de la capitale, à Andranolanitra, à l'ouest d'Ambositra et dans le sud à Helakelaka près de Fort-Dauphin. Ils abondent dans le terrain secondaire, qui constitue le sol de toute la partie occidentale de l'île, et ils sont exploités en quelques points. A Majunga, beaucoup de maisons sont en pierre.

Il existe aussi des grès, des schistes ardoisiers, des diorites et des syénites, des travertins, qui seraient utilisables. Les basaltes émergent dans beaucoup d'endroits et forment des massifs énormes à la limite de l'Imérina et du Betsileo, ainsi qu'au sud chez les Antandroy.

La *chaux*, qu'on fabrique dans le centre, est de mauvaise qualité et se vend à un prix élevé; elle vient surtout d'Antsirabé.

L'*argile*, qui, dans une grande partie de l'île, forme la couche superficielle du sol, est employée dans l'Imérina pour faire des constructions en *pisé* (terre comprimée) et des briques.

Les constructions en pisé se font par assises de $0^m,50$ à $0^m,70$ de hauteur; comme elles n'opposeraient pas une suffisante résistance aux pluies, elles sont recouvertes extérieurement d'un enduit dans lequel il entre de la bouse de vache.

Les *briques crues*, qui reviennent à environ 2 fr. 50 le mille, sont moulées à la main, séchées au soleil, et façonnées généralement sur le lieu d'emploi. Les *briques cuites* sont plus résistantes, mais beaucoup plus chères. La fabrication, limitée actuellement au centre de l'île, pourrait se faire partout où existe la matière première.

Fig. 10. — *Village de Bûcherons, à la lisière de la grande forêt de l'Est.*

Les *tuiles* que font les Hovas sont poreuses, irrégulières de forme et lourdes. Aussi préfère-t-on généralement les feuilles de *herana* pour la couverture des maisons.

Les poteries fabriquées dans l'Imérina et dans les autres provinces sont aussi de qualité médiocre; elles sont perméables aux liquides et résistent mal au feu. Les essais tentés depuis quelques années par les Européens montrent que ces défauts tiennent à l'emploi de procédés vicieux et non à la matière première.

§ 2. — Produits végétaux.

Au point de vue de l'avenir du pays, les productions végétales sont celles qui ont le plus d'importance. L'exploitation des ressources naturelles

que renferment les forêts et le développement de l'agriculture doivent être, surtout au début, les principaux objectifs des colons.

Les forêts, dont la répartition a été indiquée ci-dessus (page 671) par M. Caustier, renferment une grande variété d'essences dont il est inutile de citer les noms. Je dirai seulement qu'on y trouve de l'ébène, du palissandre, du teck et beaucoup de bois précieux pour la marine, la charpente, la menuiserie, l'ébénisterie; plusieurs de ces bois, à cause de leurs vives couleurs, sont déjà employés, en Europe, dans la construction des wagons et voitures de luxe.

La difficulté des transports a rendu presque impossible, jusqu'à présent, l'exploitation des forêts. Dans ces dernières années, un grand nombre de concessions ont été accordées par le gouvernement Hova à des étrangers; la plupart ont dû les abandonner ou ne font quelques travaux que pour conserver des titres à l'indemnité qu'ils espèrent qu'on leur versera quand ils seront dépossédés. Il n'y a guère que les forêts voisines de la mer, comme celles de la baie d'Antongil, qui soient sérieusement mises en valeur et qui fournissent des produits pour l'exportation.

En dehors de ce commerce avec l'extérieur, qui prendra certainement plus tard un grand développement, il y aurait aussi intérêt à exploiter les forêts du côté du centre en vue de l'approvisionnement de la capitale. Actuellement, il n'y arrive que des bois débités d'une manière absolument défectueuse et provenant de la forêt d'Ankeramadinika, qui est la plus proche. Les bûcherons (fig. 10) ne se servent pas de la scie de long; avec leurs instruments primitifs, ils ne tirent d'un tronc d'arbre qu'une solive ou une planche, dont ils diminuent autant que possible la section pour n'avoir pas un poids trop lourd à porter.

Fig. 11. — *Case malgache aux environs de Diego-Suarez.*

Les anciennes cases hovas étant en charpente, les ouvriers de l'Imérina ont conservé certaines traditions, et on en trouve travaillant convenablement le bois.

Certains arbres de grandes dimensions, par exemple la ravinala sur le versant oriental, le sakoa et le satrana dans l'ouest, poussent en dehors des forêts, et sont employés par les indigènes

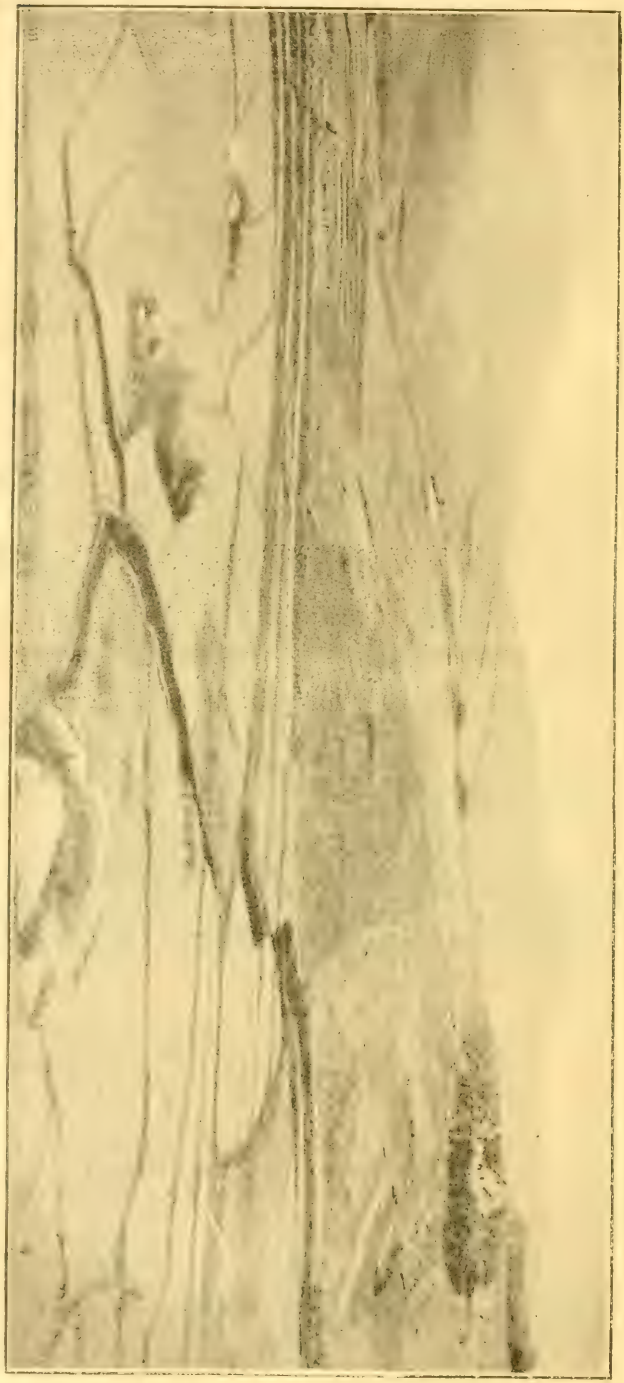


Fig. 12. — [illegible] de Fanaroutsa dans le Betsiléo. — Vers le haut de la colline, sur la droite de cette photographie, se voit, entourée de bouquets de verdure, la ferme Betsiléo, à laquelle appartient la rizière.

à la construction des cases (fig. 11). C'est aussi avec ces matériaux que les colons, installés loin des centres, devront élever leurs habitations, qu'ils pourront rendre suffisamment confortables en introduisant quelques modifications dans l'architecture malgache.

Le *caoutchouc* est, dès à présent, un des plus importants articles d'exportation de Madagascar. Il provient soit de plantes sarmenteuses et de lianes qui croissent dans les zones forestières, soit d'un figuier, soit d'une euphorbiacée très répandue dans les forêts épineuses du sud.

Pour la récolte, on incise les arbustes et on coupe les lianes. Le latex recueilli dans un vase est coagulé par le jus de citron, par le sel marin et quelquefois par l'acide sulfurique.

Le caoutchouc de Madagascar, tel qu'il est préparé actuellement par les indigènes, contient de l'humidité et des impuretés souvent ajoutées avec intention. C'est ce qui empêche le produit d'atteindre un prix élevé sur les marchés européens.

A Tamatave, le caoutchouc du nord vaut 4 fr. 50 à 5 francs le kilogramme, tandis qu'à Fort-Dauphin, le caoutchouc du sud, qui est de moins bonne qualité, se vend seulement 2 fr. 50. Depuis que ce dernier a été découvert, l'exportation totale doit atteindre 4 à 5 millions.

Dans les régions où le caoutchouc est produit par une liane, il faudrait arriver à empêcher les indigènes de la détruire, comme ils le font souvent, en coupant les racines, où ils trouvent une certaine quantité de suc; dans celles où il provient d'un arbre, il faudrait apprendre aux Malgaches d'autres méthodes de préparation; on emploierait peut-être avec suc-

cès le procédé du fumage, qui donne de si bons résultats au Para.

La *gomme copal* est produite par des arbres le plus souvent réunis en groupes dans le voisinage de la mer. La gomme, qui suinte par des incisions pratiquées dans le tronc ou qui s'accumule entre les racines, est recueillie par les indigènes, triée et nettoyée par eux, puis vendue aux commerçants européens. Tamatave en exporte annuellement pour une quarantaine de mille francs. Autrefois le copal était plus abondant, mais beaucoup d'arbres ont été détruits par le feu. Dans l'ouest, il y a, paraît-il, des copaliers encore inexploités.

cultivé dans la plus grande partie du pays, mais nulle part aussi bien que chez les Hovas. Dans les vallées où s'est accumulée de la terre végétale, ils ont établi des rizières (fig. 12) qui sont aménagées de manière à mettre les plantes dans les conditions d'humidité et de sécheresse dont elles ont successivement besoin pour fournir d'abondantes récoltes. Le riz est conservé en paille dans des greniers ou dans des silos et il est décortiqué par le pilage dans un mortier au moment de l'emploi (fig. 13).

Dans les autres régions, le riz est planté sur les coteaux; quand le sol est épuisé, les Malgaches cherchent un nouveau terrain, qu'ils préparent

Fig. 13. — *Femmes Betsiléos d'Ambatomainty pilant du riz* (*Sud de Madagascar*).

Le *rofia* vient aussi d'un arbre qu'on trouve en dehors des forêts. Les grandes feuilles penninerves de ce palmier, divisées en étroites lanières et débarrassées de la partie qui constitue les parois externes, fournit une fibre qu'on exporte en Europe, où elle est employée par les jardiniers et les viticulteurs pour lier les plantes.

Le rofia se vend sur la côte environ 40 francs les 100 kilogrammes; à cause de son grand volume, il arrive en Angleterre et en France grevé de frais de transport considérables.

Dans le pays, le rofia est employé pour la fabrication d'étoffes, nommées *rabanes*, servant à faire des vêtements et des sacs ; ces sacs sont exportés à Maurice et à la Réunion. Certaines rabanes tissées dans l'Imérina et ornées de raies de diverses couleur sont employées en France dans l'ameublement.

Le *riz*, base de la nourriture des Malgaches, est

trop souvent en incendiant des parties de la forêt.

Il existe deux espèces principales de riz : le blanc et le rouge. A Tananarive, le premier, qui est le plus cher, vaut, décortiqué, environ 0 fr. 10 le kilogramme. Sur la côte, les prix sont sensiblement plus élevés.

Le *blé* ne peut pousser que dans le Massif central, à une altitude de 1.200 à 1.500 mètres. Des essais sérieux donnent lieu de croire que cette culture pourra prendre du développement quand l'occupation française amènera la présence à Tananarive d'une plus importante population européenne qui, seule, consommera du pain.

Au moment où les hostilités ont commencé, un moulin pour la préparation de la farine était en construction aux environs de Tananarive; il devait être actionné par les eaux de l'Ikopa.

Le *maïs* réussit dans plusieurs régions, mais il n'a jamais été cultivé qu'en petite quantité.

Fig. 14. — *Repiquage pratique par des femmes dans une grande rizière pendant la période d'inondation (dans l'Imérina)*

Le *manioc*, dont la racine tuberculeuse entre dans l'alimentation indigène, vient presque partout. Cultivé en grand, il donnerait la matière première pour la préparation du tapioca.

La plupart de nos légumes ont été acclimatés dans le Massif central, où ils trouvent une température suffisamment basse. Les arbres fruitiers d'Europe réussissent moins bien; néanmoins le figuier et le pêcher sont assez répandus; la vigne exige de grands soins et ne tarde pas à dégénérer.

Les fruits indigènes et tropicaux sont nombreux : à l'intérieur on trouve des ananas, des oranges, des citrons, des bananes, des mangues, des bibasses. Le pamplemoussier, le jacquier, l'arbre à pain, l'avocatier ne prospèrent que dans certaines parties du littoral.

Quelques fruits de Madagascar pourraient certainement recevoir des applications industrielles ou servir à la fabrication de conserves, qu'on exporterait.

La *canne à sucre*, dont nous n'avons pas à parler, après M. de Faymoreau, est très répandue et pousse presque spontanément. Elle sert à la préparation d'une boisson indigène nommée *betsa-betsa*, d'un sucre grossier et d'une liqueur alcoolique.

Le *café* est cultivé depuis longtemps. Les plantations faites sur la côte orientale ont d'abord donné d'excellents résultats, puis ont dépéri; elles ont été achevées par un champignon parasite qui attaque les caféiers. On reconnaît maintenant que, sur le littoral, la température est trop chaude, le climat trop humide pour eux; ils rencontrent de meilleures conditions à une certaine altitude. Les petites plantations indigènes qui sont dans le voisinage de certains villages sur la route de Tamatave à Tananarive donnent avec continuité de bonnes récoltes, qu'il faut attribuer aussi aux soins dont elles sont l'objet et à la fumure qu'on leur fournit.

Comme le montre l'exemple d'une grande plantation de 350.000 pieds, établie depuis quelques années à Ivato, à environ 1.400 mètres au-dessus du niveau de la mer, le café réussit même dans le Massif central; toutefois, à cette altitude, les arbustes prennent moins de développement et fournissent moins de fèves.

Actuellement, on plante surtout à Madagascar le café Liberia, qui est l'espèce résistant le mieux aux parasites. Le rendement moyen est de plus d'un demi-kilogramme par pied.

De la *vanille* et du *cacao*, nous n'avons rien à ajouter aux détails si intéressants donnés ci-dessus (pages 711-713) par M. de Faymoreau.

L'arbuste à *thé* a été planté par les Anglais dans le Massif central et à environ 900 mètres d'altitude dans la vallée du Mangoro. Le produit est de médiocre qualité.

Parmi les plantes textiles, on peut citer le *chanvre* et le *cotonnier*. Les fibres du premier servent aux indigènes à tisser des étoffes grossières. Le cotonnier était autrefois assez répandu; mais, depuis qu'on importe des toiles à bon marché, les indigènes ont abandonné la culture et le tissage du coton : ils ne font plus que des *lamba* rayés, employés comme vêtements dans certaines cérémonies; encore se servent-ils fréquemment pour cet usage de coton effiloché provenant de vieux tissus d'importation.

Etablir de grandes plantations de coton et des usines pour la filature et le tissage rapporterait certainement des bénéfices considérables, puisqu'on trouverait sur place un débouché assuré. L'entreprise exigerait des capitaux importants, de sérieuses connaissances techniques et du temps.

Beaucoup de plantes telles que le *rocou*, le *chanvre de manille*, l'*aloès*, le *zozoro*, servent à divers usages dans le pays ou sont exportées comme matières premières. Le *crin végétal*, ou *piassava* est aussi l'objet d'importantes affaires.

Malgré le peu de soins que les indigènes lui donnent, le *tabac* réussit partout; il n'est pas préparé pour être fumé, sauf par les Hovas, qui fabriquent des cigares.

Comme plantes tinctoriales, Madagascar a plusieurs variétés d'indigotiers, et l'orseille, qui est surtout abondante dans le sud-ouest; cette dernière ne donne plus lieu maintenant qu'à de faibles exportations.

§ 3. — Produits animaux.

Les bœufs sont nombreux à Madagascar, particulièrement à l'intérieur dans l'Imérina, le Betsileo, sur la côte orientale aux environs de Vohimarina et de Mananjary, dans le sud, près de Fort-Dauphin, et surtout dans le Menabé, qui est la région la plus riche en gros bétail.

Les bœufs de Madagascar sont des zébus ou bœufs à bosse (V. p. 700). Dans le centre et dans l'est, ils ne dépassent pas le poids de 300 kilogrammes, mais dans l'ouest, ils sont plus gros. La race est rustique : les animaux se passent de soins et restent toujours dehors, même pendant la saison des pluies.

Les reproducteurs de races européennes, qui ont été introduits, s'acclimatent aisément pourvu qu'ils soient bien soignés; par le croisement ils donnent de bons produits.

Les bœufs de Madagascar sont exportés en grand nombre à Maurice et à la Réunion. Dans les ports d'embarquement, ils se vendent 40 à 45 francs et dans l'intérieur 25 à 30 francs, seulement. Ceux

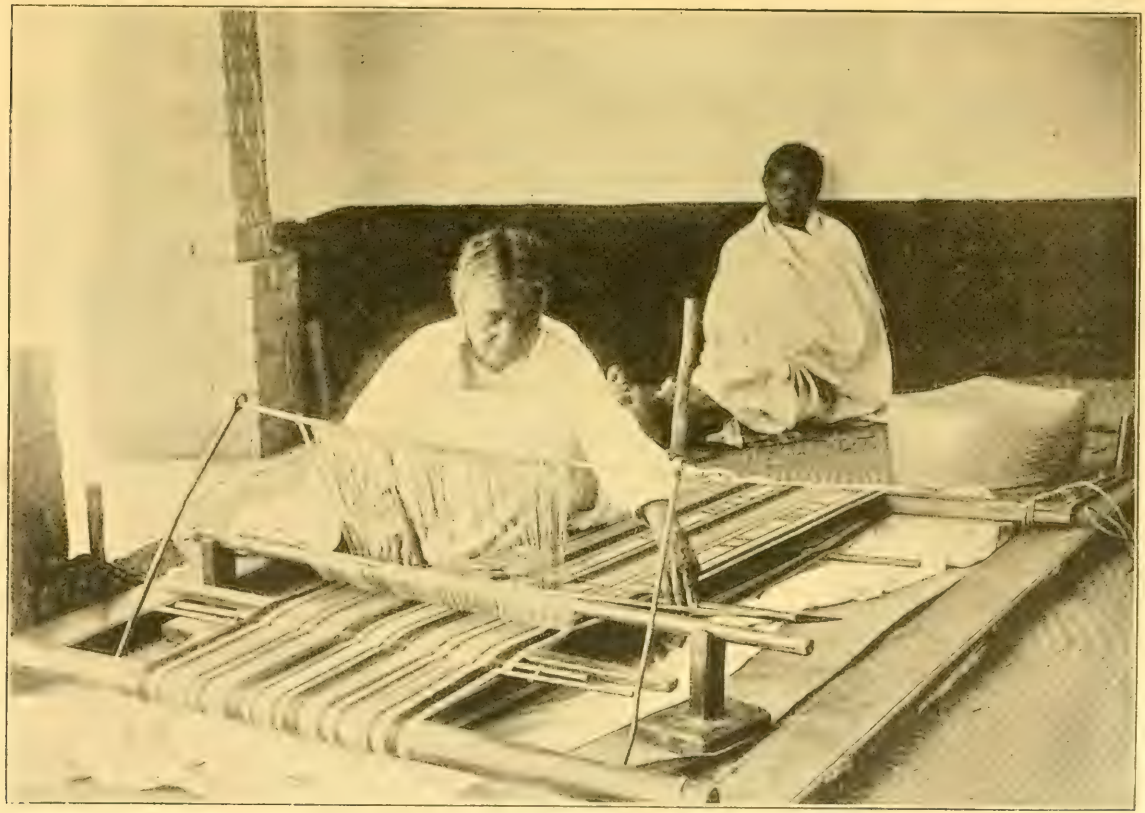


Fig. 15. — *Femme Hova tissant un lamba de soie (dans l'Imérina).*

qui dépassent ce prix sont des animaux de choix engraissés pour la consommation locale.

Mentionnons ici, pour être complet, l'usine de conserves de viande de bœuf, établie en 1889 à Diego-Suarez et dont M. Caustier a ci-dessus (page 692) entretenu le lecteur.

Les peaux des bœufs tués pour la consommation intérieure sont exportées après avoir été préparées au sel, séchées et pliées. On évalue à 200.000 le nombre des peaux qui sortent annuellement par Tamatave et par Majunga. Elles sont, du centre, portées à dos d'homme fig. 16 jusqu'aux ports d'embarquement. Rendues à bord, elles valent environ 50 francs les 100 kilogrammes.

Fig. 16. — *Porteur de peaux de bœufs allant de Tananarive à Tamatave.*

Les cornes se vendent 15 francs les 100 pièces, et sont exportées par Tamatave et Mananjary.

Les *moutons* de Madagascar appartiennent à la race *stéatopyge* à grosse queue. Ils n'ont pas de

laine et fournissent une viande sèche, coriace et désagréable. Le versant oriental, à cause de l'humidité de son climat, ne convient pas aux moutons; ces animaux sont surtout nombreux dans le centre, où ils se vendent 2 fr. 50. La peau, seule, a une certaine valeur.

Des essais pour l'introduction de moutons étrangers ont été faits à diverses époques et ont donné d'assez bons résultats. Il faudrait les reprendre pour arriver, comme nous le faisons actuellement en Tunisie, à remplacer par une autre race la race indigène, qui est absolument défectueuse.

Les *chèvres* se trouvent surtout dans l'Imérina, le Betsileo et les provinces de l'ouest. La chair entre dans l'alimentation indigène, et la peau est exportée en Angleterre, où elle est employée dans la cordonnerie.

Les *porcs* sont nombreux partout où les Hovas sont établis. Ailleurs la viande de ces animaux est considérée comme impure.

Quelques porcs vivants sont exportés par Tamatave dans les îles voisines.

Toutes les *volailles* d'Europe sont acclimatées à Madagascar. Les indigènes en élèvent dans tous les villages.

Les *vers à soie* originaires de l'île fournissent une soie résistante, mais cheveteuse, rugueuse, manquant de finesse et de brillant. Les espèces étrangères s'acclimatent aisément et peuvent donner des produits satisfaisants.

Les abeilles de la zone forestière donnent une *cire* de qualité équivalente à celle du Sénégal; elle vaut de 2 francs à 2 fr. 50 dans les ports de la côte orientale.

§ 4. — Sortie des produits indigènes.

On voit par ce qui précède que Madagascar peut fournir des matières premières à beaucoup d'industries et alimenter un grand commerce d'exportation. L'importance qu'a eue jusqu'à présent ce commerce est difficile à évaluer. Des statistiques n'existent que pour les six ports de Tamatave, Mananjary, Vatomandry, Vohimarina, Fénoarivo et Majunga, où les opérations de la douane hova étaient surveillées par des agents du Comptoir National d'Escompte. En 1890, le total a été d'environ 4 millions, mais ce chiffre ne représente certainement qu'une faible partie des exportations de Madagascar. Même dans les ports où les douanes étaient contrôlées, les fraudes étaient nombreuses; dans les autres, elles étaient la règle et là, d'ailleurs, il n'était dressé aucun relevé par les Hovas.

Les droits à la sortie variaient suivant la nature des marchandises. Les bœufs payaient 15 francs par tête; les porcs, 2 fr. 50; les moutons et les chèvres, 1 fr. 50; les cuirs salés, 25 francs par 100 pièces; les rabanes, 3 francs; les nattes, 1 fr. 50; la cire, 10 francs par 100 livres; le caoutchouc, 12 francs; le café, 8 francs; la gomme copal, 6 francs; le tabac, 2 fr. 50. Les marchandises non tarifées acquittaient un droit de 10 % *ad valorem*.

A Tamatave, le caoutchouc représentait 43 % de la valeur totale des exportations, les cuirs, 24, la cire, 10, les bœufs vivants, 7, et le rofia, 6. Cette proportion variait sensiblement dans les différents ports : le rofia, à Vatomandry, les cuirs, à Majunga, dépassaient la moitié de la valeur des marchandises sortantes.

A Tamatave, le tiers seulement des exportations se faisait sous pavillon français. A Majunga, notre marine chargeait la presque totalité des marchandises, mais elle n'emportait presque rien de Vohimarina, de Mananjary et de Vatomandry.

III. — Nature et valeur des produits importés.

Les marchandises importées à Madagascar sont destinées, les unes aux Européens établis dans le pays, les autres aux indigènes.

Les premières ont un débit forcément très limité et susceptible seulement de s'accroître avec le nombre des colons; un courant d'émigration notable se portera certainement vers notre possession après la campagne; mais, pendant longtemps et peut-être toujours, la population européenne restera peu considérable. Pour les articles qu'elle seule consomme, les importations ne progresseront que lentement.

Les objets ou les produits à l'usage des indigènes, peuvent, au contraire, assez rapidement trouver de plus grands débouchés : les capitaux qui seront employés à Madagascar procureront aux habitants une certaine aisance, la modification de l'état politique leur assurera, mieux que par le passé, la libre disposition de ce qu'ils gagnent, et le contact des Européens, devenus plus nombreux, leur inspirera d'autres goûts, leur donnera plus de besoins. En outre, des populations qui, jusqu'à présent, sont restées étrangères à tout mouvement commercial, y participeront peu à peu, à mesure qu'on entrera en relation avec elles.

Si la quantité des marchandises importées augmente, leur qualité restera longtemps la même : ce seront toujours des marchandises communes. Comme aujourd'hui les Malgaches sont pauvres et comme, au moins dans plusieurs tribus, ils sont trop indolents pour prendre facilement des habitudes de travail qui leur donneraient plus de ressources pécuniaires, les articles qui leur sont envoyés doivent pouvoir se vendre à bas prix; les indi-

Fig. 17. — *Marchands ambulants vendant du sel et de la nourriture.*

gènes ne font aucune dépense de luxe et, le plus souvent, c'est le bon marché seul qui les guide dans leurs achats.

§ 1. — Alimentation.

Le *sel* consommé à Madagascar est, pour la majeure partie, d'origine étrangère. Expédié de Marseille et de Hambourg, il arrive dans tous les ports, notamment à Tamatave, à Vatomandry et à Mananjary, et est distribué en diverses parties du pays par des marchands ambulants vendant de la nourriture (fig. 17). Sur la côte ouest, on en reçoit peu ; les Sakalava se contentent, malgré ses impuretés, de celui qu'ils préparent ; en dehors de la région, ce sel indigène, qui contient beaucoup de matières terreuses, n'entre pas dans l'alimentation et ne sert qu'à la conservation des peaux.

Des salines, dont commence seulement l'exploitation, longtemps retardée par des contestations entre des concessionnaires voisins, se trouvent sur le territoire de Diego-Suarez et approvisionneront dans l'avenir une partie au moins du marché malgache. Bien que l'établissement de salines sur d'autres points du littoral puisse y contribuer dans une certaine mesure, l'abaissement du prix du sel à l'intérieur de l'île et, comme conséquence, la vente de plus grandes quantités de ce produit de première nécessité viendront surtout de l'amélioration des moyens de transport.

Les *conserves alimentaires* et la *farine* sont uniquement consommées par les Européens. La dernière, qui vient d'Amérique ou d'Australie, ne trouve un certain écoulement qu'à Tamatave et à Tananarive. Pendant quelques années, l'arrivée de nouveaux colons et la présence d'une garnison dans la capitale feront augmenter les importations ; mais elles diminueront ensuite, parce que la culture du blé sur les hauts plateaux du centre prendra de l'extension.

Le *vin* se trouve dans les mêmes conditions relativement aux consommateurs ; mais l'importation ne pourra que s'accroître, car il est peu probable qu'on arrive à en faire dans le pays. Celui qui y est bu actuellement vient de la Provence et du Bordelais ; il se vend environ 150 fr. la barrique à Tamatave et, de là, est transporté à l'intérieur dans des dames-jeannes d'une contenance de 18 litres. Les vins fins arrivent en bouteilles.

La *bière*, de provenance française ou anglaise,

Fig. 18. — *Café de Paris à Antsirane (gouvernement de Diego-Suarez).*

Fig. 19. — *Marché, en plein air, pour la vente des étoffes, denrées et aliments dans une petite ville de l'Imérina.*

n'a de débit que dans les ports. A Tananarive, elle est trop chère ! Rien, du reste, n'empêcherait d'installer une brasserie dans cette ville.

Le *rhum* est originaire de Maurice, Il arrive en fûts de 220 litres, qui se vendent 80 fr. dans les ports de débarquement. A l'est comme à l'ouest, les habitants de la côte en consomment de grandes quantités; ceux du centre, beaucoup moins.

Quoique les populations qui ne font pas usage de rhum d'importation aient diverses liqueurs alcooliques qu'elles préparent avec la canne à sucre ou les fruits du tamarin, je dois dire que, d'après ce que j'ai vu, l'ivrognerie est un vice moins répandu à Madagascar qu'on ne le dit généralement. Il y a un intérêt à ne pas l'amener à se développer, intérêt supérieur, qui prime l'intérêt commercial qu'on trouverait à encourager, outre mesure, la fabrication sur place du rhum. Au moyen de droits élevés frappant les alcools, à l'entrée, de droits plus modérés appliqués à ceux distillés dans le pays, on pourrait favoriser l'industrie locale, tout en maintenant sa production dans les limites convenables.

L'absinthe, le vermouth, l'amer Picon, etc., s'importent en grandes quantités et trouvent des acheteurs parmi les indigènes comme parmi les Européens (fig. 18, page 740).

§ 2. — Vêtement.

Les étoffes de coton de fabrication étrangère, qui sont maintenant d'un usage presque général à Madagascar font l'objet d'un commerce considérable.

Les cotonnades écrues sont celles qu'on vend le plus ; elles arrivent par pièces de 24 ou de 40 yards. Les plus larges, dites *belambana*, ont 36 pouces anglais; les plus étroites, dites *kelilambana*, 30. Dans le port de débarquement, les premières valent en moyenne 400 fr. les 1.000 yards, les secondes 300 fr.

La plus grande partie de ces toiles vient d'Amérique et est fabriquée à Boston; il en arrive aussi de Manchester, mais l'Angleterre écoule surtout à Madagascar des cotonnades blanches, avec ou sans apprêt, qui ont aussi un grand débit, bien qu'elles soient de qualité assez médiocre.

Fig. 20. — *Boutique malgache à Tamatave.*

Les cotonnades imprimées sont en pièces de 24 yards et ont 28 pouces anglais de largeur. Suivant les régions dans lesquelles elles doivent être vendues, leurs dessins diffèrent. Les Betsimisarakas aiment les étoffes à grands carreaux blancs et rouges ou blancs et bleus ; les Sakalaves font leurs vêtements avec des pièces de mouchoirs ou avec des cotonnades blanches ornées de raies rouges sur les bords; les Hovas achètent beaucoup de tissus à petits dessins roses. Presque partout les indiennes dites Patna en petites pièces de 6 yards, dont chaque ballot renferme un assortiment varié comme dispositions, trouvent à s'écouler aisément. Pour quelques tribus, on importe aussi des coton-

nades bleues unies. Ces tissus se vendent et dans les boutiques des grandes cités commerçantes (fig. 20), et, avec diverses denrées, sur les marchés en plein air des petites villes (fig. 19, page 741).

C'est leur bas prix qui assure une vente facile à tous ces tissus. Ceux que nous fabriquons sont incontestablement de qualité supérieure, mais ils sont trop chers.

Pour les cotonnades unies, la lutte paraît impossible, mais elle pourrait être sérieusement entreprise pour les indiennes imprimées. Dans le choix que l'acheteur en fait intervient une question de goût; il peut se décider à payer un peu plus cher si on lui présente des étoffes dont l'aspect répond aux exigences de son esthétique. En général les Malgaches aiment les grands dessins se détachant en couleurs vives et même un peu criardes sur un fond blanc; en dehors de quelques types traditionnels, ils recherchent la nouveauté et la variété des dispositions; cette tendance est surtout nettement accusée chez les Hovas.

A Majunga, on importe de Bombay et de Manchester des mousselines à fleurs.

L'Imérina, en raison de son climat relativement froid, est la seule région où l'on doive envoyer des lainages. Les flanelles unies et à grands carreaux, les draps légers noirs ou de fantaisie se vendent bien. Les vêtements confectionnés trouvent des acheteurs parmi les Hovas qui s'habillent à l'européenne.

Les soieries pour robes n'ont qu'un débit très restreint. Les femmes, en effet, ont conservé beaucoup plus fidèlement que les hommes les modes nationales; mais, avec l'ancien costume, elles portent souvent des chaussures européennes à bon marché, quoique d'une apparence élégante. Au contraire, il n'est pas rare de voir un Hova vêtu d'une redingote et marchant pieds nus.

La bijouterie en imitation est peu estimée à Tananarive; les montres à bon marché commencent à s'y vendre, mais uniquement là. Les Hovas sont seuls assez civilisés pour apprécier la valeur du temps et avoir besoin de le mesurer.

Les verroteries sont employées seulement dans les échanges avec quelques populations du sud qui ne se servent pas comme monnaie de la pièce de cinq francs coupée en menus morceaux, dont on fait usage dans la plus grande partie du pays. Ces verroteries, qui viennent d'Allemagne et qui sont envoyées à Fianarantsoa et à Fort-Dauphin, sont sujettes à de fréquentes variations de mode : une perle estimée à un moment par une peuplade n'a souvent plus chez elle aucune valeur quelques mois après.

§ 3. — **Habitation.**

Pour les habitations, les seuls articles à importer et seulement chez les Hovas, sont le verre à vitres, le papier de tenture et la quincaillerie. Toutefois les cadenas grossiers se vendent à peu près partout.

La faïence, la porcelaine et la verrerie auront certainement un grand débit quand les transports seront plus économiques; les ustensiles de ménage qu'on importera alors remplaceront avantageusement les poteries indigènes, qui sont toutes de mauvaise qualité.

On expédie à Madagascar une certaine quantité de feuilles de fer-blanc qui servent aux indigènes à façonner des objets d'une grande variété; les Hovas utilisent aussi, comme matière première, le métal des boîtes dans lesquelles arrivent le pétrole et les conserves.

Sur la côte, la tôle est employée par les colons pour couvrir les habitations et les magasins; elle vient généralement d'Angleterre.

Les marmites en fonte sont l'objet d'un commerce important; elles sont en usage presque partout.

Les clous, qui sont nécessaires pour la construction des boutres sur la côte ouest, s'importent par Majunga et viennent de Bombay.

Les outils sont peu demandés par les indigènes; quand ils connaîtront mieux nos métiers, ils en auront besoin.

Les fusils et la poudre se vendent surtout aux Sakalaves.

Le seul instrument de musique à importer est l'accordéon, dont beaucoup de Malgaches savent jouer convenablement. Sur la côte orientale, le modèle préféré est de forme rectangulaire; dans l'Imérina, il est hexagonal; le premier est de fabrication allemande, le second de fabrication anglaise.

La papeterie est d'origine anglaise; la mercerie, la bimbeloterie et la parfumerie sont presque exclusivement françaises.

§ 4. — **Droits d'entrée.**

D'après les relevés des douanes, les importations par les six ports indiqués précédemment, n'auraient été, en 1890, que de six millions environ. En raison des nombreuses fraudes qui se produisent à l'entrée comme à la sortie, ce chiffre devrait être fortement majoré. Pour avoir la valeur totale des marchandises entrant à Madagascar, il faudrait y ajouter les importations qui se font par les ports où les douanes ne sont pas contrôlées et aussi par ceux où les Hovas n'ont pas de postes.

A l'entrée, les marchandises étrangères sont uniformément soumises à un droit de 10 % *ad valorem*, qui, dans quelques ports hovas, peut se payer en nature. Dans les territoires indépendants, les chefs locaux, pour permettre de débarquer les

marchandises, de les transporter dans l'intérieur ou de les vendre, exigent des cadeaux variables, qui peuvent être considérés comme l'équivalent des droits de douane. On donne de l'argent, et plus souvent, du rhum, de la poudre ou des étoffes.

A Tamatave, les tissus représentent 66 °/₀ du total des importations, les liquides 13, les produits alimentaires, 3, les vêtements confectionnés, 3, la mercerie et la parfumerie 2, les métaux bruts et ouvrés, 2. Cette proportion varie quelque peu suivant les ports. Ainsi, à Mananjary, le sel forme le dixième du total. Mais partout les cotonnades et les liquides sont des articles occupant les premiers rangs sur la liste.

A Tamatave, les importations sous pavillon français et sous pavillon américain ont une valeur sensiblement équivalente et représentent 72 °/₀ du total. La part des bâtiments anglais est de 21 °/₀.

La proportion change suivant les ports. Il en existe plusieurs que ne fréquente jamais notre marine marchande.

IV. — Conclusion.

Les statistiques des douanes sont si erronées et si incomplètes qu'on ne peut faire que des hypothèses assez vagues sur la valeur totale du commerce de Madagascar. D'après l'ensemble des renseignements, je ne crois pas que, dans ces dernières années, les transactions avec l'extérieur aient atteint 25 millions. Le cinquième seulement de ce trafic se ferait avec la France, un autre cinquième avec l'Amérique, près de la moitié avec l'Angleterre et les possessions anglaises.

Ces estimations peuvent n'avoir pas une exactitude absolue ; mais ce qui est certain, c'est que l'ensemble du commerce de Madagascar n'atteint pas encore un chiffre élevé et que, dans ce chiffre, la France entre pour une trop petite part. Les efforts du Gouvernement et des particuliers doivent tendre à modifier cet état de choses. La tâche, rendue plus facile qu'autrefois par la situation prépondérante que nous occuperons à Madagascar après l'expédition, n'en reste pas moins assez ardue.

On ne peut attendre un sérieux accroissement des affaires que de changements économiques profonds résultant de l'intervention d'autres que les indigènes pour mettre en valeur, mieux que par le passé, les ressources variées du pays qu'ils habitent et qu'ils laissent inexploité. Dans l'avenir le commerce se développera parallèlement à la colonisation, et tout ce qui favorisera celle-ci aura pour effet de donner plus d'importance aux échanges avec l'extérieur : une organisation politique assez solidement et assez nettement établie pour enlever toute crainte d'un nouveau conflit avec les populations de l'île ; une administration aussi simple et aussi économique que possible ; le rétablissement de la sécurité compromise, dans ces dernières années, par l'extension du brigandage ; la réforme de certaines institutions locales, dont le maintien empêcherait les Malgaches de devenir pour nous d'utiles auxiliaires ; la possibilité d'acquérir la propriété du sol, soit par voie d'achat, soit par voie de concession ; la faculté pour les petits capitaux de s'employer à Madagascar sans se mettre au service de puissantes sociétés qui accapareraient le pays ; l'exécution de grands travaux d'utilité générale imposée aux bénéficiaires de l'exploitation d'une partie du domaine public ; la création de voies de communications commodes et rapides ; l'assimilation des produits de Madagascar, à leur entrée en France, à ceux des colonies et la réduction, à un taux aussi modéré que le permettront les traités conclus avec les autres nations, des droits à payer par les marchandises françaises importées à Madagascar, — voilà ce que réclament également ceux qui veulent aller s'établir dans la grande île africaine et ceux qui veulent y étendre notre commerce.

Mais ces derniers, pour ne parler que d'eux, ne doivent pas compter uniquement sur le concours que leur donneront les pouvoirs publics. Il faut qu'ils aient de l'énergie, de l'initiative et qu'ils abandonnent les vieilles routines. Que les commerçants, au lieu de se cantonner dans certaines villes où ils sont trop nombreux et où ils se ruinent en se faisant concurrence, pénètrent dans des régions moins exploitées et se mettent en contact avec des populations, comme celles du sud, qui sont restées jusqu'ici en dehors du mouvement des affaires ; que les industriels, au lieu de croire qu'il n'existe pas de produits supérieurs à ceux qu'ils sont habitués à fabriquer, et de vouloir les imposer, s'inspirent des goûts de la clientèle malgache et imitent les étrangers *qui sont arrivés à la satisfaire pour les prix qu'elle peut payer*. C'est à ces conditions seulement qu'ils pourront obtenir pour la France une part plus grande dans le commerce de Madagascar et que, — lorsque ce commerce aura pris une importance en rapport avec la superficie du pays, le nombre de ses habitants et les richesses qu'il renferme, — tous les bénéfices résultant de l'augmentation n'iront pas à l'étranger.

Georges Foucart,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Secrétaire adjoint de la Société d'Encouragement
pour le Commerce français d'Exportation,
Ancien chargé de Mission à Madagascar.

PATHOLOGIE DE MADAGASCAR

CONDITIONS SANITAIRES DE MAJUNGA A TANANARIVE

HYGIÈNE DU SOLDAT ET ACCLIMATEMENT DU COLON [1]

Cette étude a pour but de fournir quelques indications sur la pathologie de la région traversée dans le trajet de Majunga à Tananarive. Elle porte spécialement sur la province du Boéni, région qui m'est la mieux connue, et qui, d'ailleurs, par suite de son climat torride et de sa sévère morbidité, comprend la portion vraiment insalubre du trajet de Majunga à Tananarive.

Des trois grandes classes d'affections qui frappent les armées en campagne : affections *palustres*, *dysentériques* et *typhiques*, le premier groupe seul est un facteur important de la morbidité dans le *Boéni*. L'endémie palustre y est sévère, mais la dysenterie assez peu fréquente chez l'indigène et généralement bénigne et rare chez l'Européen. Les affections typhiques (typhoïdes, typho-malariennes) y sont exceptionnelles.

Dans l'*Imérina*, l'endémie palustre est bien moins intense ; mais les affections dysentériques y sont assez fréquentes, du moins chez l'indigène, et la fièvre typhoïde y est observée même sous forme épidémique, sans que cette constatation nosographique doive faire perdre de vue la supériorité incontestable et reconnue de la salubrité de l'Imérina considérée en général.

I. — Observations de morbidité.

Mortalité. — Mon relevé de mortalité porte sur 107 Européens ayant séjourné *en moyenne* dans la région 1 an 6 mois et 19 jours chacun, soit 1 an 55, et dont l'âge, sauf de rares exceptions, est compris entre 20 et 40 ans. Ces 107 Européens ont fourni 11 décès par maladie, soit pour cent et par an une mortalité de $\frac{11 \times 100}{107 \times 1.55} = 6.62$ % [2].

Les causes de ces décès se répartissent ainsi :

Affections palustres aiguës ou chroniques....	6
Hépatite : péritonite consécutive.....	1
Pleuro-pneumonie aiguë (non palustre).....	1
Tuberculose pulmonaire.....	1

[1] Le Dr Lacaze, auteur de cet article, vient d'exercer pendant trois ans à Madagascar, principalement dans la région où évoluent actuellement nos troupes, et fait à l'heure présente, en qualité de médecin militaire, partie du Corps expéditionnaire. C'est à ses études, encore inédites, sur la pathologie de Madagascar que se rapporte le présent résumé.

[2] Sur 11 décédés, 4 avaient séjourné plus ou moins longtemps dans diverses autres colonies (Panama, Guyane, la Réunion, Algérie) ; 5 présentaient des antécédents ou tares pathologiques (alcoolisme, insuffisance mitrale, tuberculose pulmonaire, accidents palustres antérieurs à l'arrivée, dysenterie antérieure).

Morbidité. — Pour les indications suivantes, j'ai eu deux éléments d'appréciation, à la fois administratifs et médicaux : le *rapatriement* et l'*indisponibilité* au travail.

Pour les 107 Européens cités à propos de la mortalité, 10 ont quitté la colonie pour raison de santé justifiée, soit pour cent et par an (1 an 55 de séjour en moyenne chacun), $\frac{10 \times 100}{107 \times 155} = 6{,}02$ % de rapatriements.

Sur ces 10 rapatriés, 8 présentaient un degré plus ou moins marqué d'*anémie paludo-tropicale*. Mais celle-ci n'a été la cause exclusive ou principale du rapatriement que dans 4 cas. Dans les six autres cas, la cause a été :

Cystite chronique.....	1 observation [1]
Ulcère de jambe.....	1
Tuberculose pulmonaire.....	2
Hydarthrose chronique.....	1
Accidents secondaires graves...	1

M'étant servi, pour apprécier la morbidité, de mes cahiers d'exemption et des contrôles de la Direction, je la compte, non en rapportant le nombre de cas au nombre d'individus qui les ont fournis, mais en divisant le nombre de journées de maladie par le nombre d'hommes formant la population observée.

Mon relevé, qui s'étend sur 2 années, de juin 1892 à juin 1894, porte sur les Européens résidant habituellement à Suberbieville, ou ayant fait un séjour continu d'au moins un mois à Suberbieville.

J'ai eu aussi en observation 50 individus ayant fourni une résidence totale de 511 mois et représentant donc $\frac{511}{24} = 21{,}2$ sujets en séjour continu pendant deux ans.

Le nombre de journées de maladie notée a été de 1037, soit par *homme et par an* $\frac{1037}{21 \times 2} = 24{,}4$ *journées de maladie.*

Les jours de maladie de ce relevé ne comprennent que les jours ouvrables, dimanche excepté ; si l'on complète cette lacune par le calcul, on trouve $\frac{24.4 \times 7}{6} = 28{,}4$ *journées de maladie par homme et par an*, qui correspondraient à $\frac{100 \times 28.4}{365} = 7{,}7$ indisponibilités journalières pour cent.

[1] Un seul des rapatriés mort à bref délai de l'affection pour laquelle il était rentré en France. Les autres sont encore vivants actuellement ou ont été longtemps suivis.

Relativement à l'âge, les sujets figurant à ce relevé comprennent :

14 hommes de	.....	20 à 30 ans
28 »	.....	30 à 40
7 »	.....	40 à 50
1 »	.....	au-dessus de 50 ans

Quant à la profession, il s'agit, en grande partie, d'employés sédentaires, ou n'ayant qu'un travail de direction ou de surveillance (comptables, ingénieurs, chefs de travaux, surveillants), exception faite pour les ouvriers d'art (ajusteurs, charpentiers), dont la proportion variable n'est guère que du quart de l'effectif observé.

Les affections chroniques externes ou internes figurent dans la morbidité pour environ 20 %. Il convient de noter que le rapatriement porte surtout sur cette classe d'affections, dont l'apport est ainsi diminué.

Parmi les affections non chroniques, les affections externes légères figurent pour environ 8 %; les affections internes légères autres que les affections palustres, pour environ 12 %; le reste, soit 60 %, appartient aux formes diverses de l'impaludisme aigu et en très grande partie à la forme intermittente.

Immunité. — La période de l'immunité de l'immigrant à l'égard des affections palustres, — la grande et la seule endémie du Boéni, — est très courte. Je n'ai rien observé ici qui me rappelât la description des fièvres dites d'acclimatement. La première manifestation pathologique présentée par l'immigré est très généralement la fièvre intermittente franche. Je n'ai pas vu d'Européens séjourner ici un an sans en être atteints, très exceptionnellement l'être après six mois, et la grande majorité, la presque totalité plutôt, sont impaludés, je veux dire font leur premier accès dans les trois premiers mois de séjour. Ils ne tardent pas, dès les premiers accès d'intermittente, à présenter un degré variable, mais toujours appréciable, d'anémie paludo-tropicale, et à prendre l'*habitus colonial*.

Du troisième au sixième mois, la transformation est déjà marquée dans la majorité des cas. A ne tenir compte que des changements physiologiques (diminution de l'appétit et de l'aptitude au travail physique et intellectuel, fatigue plus rapide, décoloration du teint, diminution de l'embonpoint, irritabilité nerveuse plus grande), c'est du sixième au douzième mois que l'Européen prend définitivement le nouvel état qu'il conservera, sauf variations accidentelles, s'il s'astreint à une vie modérée, à une hygiène convenable.

Cela s'applique à l'Européen dans les conditions déjà énumérées où je l'ai observé et à l'Européen émigrant pour la première fois et exempt de toute tare pathologique, et j'ai pu noter l'influence fâcheuse d'emblée du séjour dans la région chez les cardiaques et les tuberculeux, même au début de leur affection. Il en est de même pour les sujets impaludés antérieurement, lesquels sont loin de bénéficier d'une prétendue accoutumance.

Et indépendamment de l'infériorité où le régime militaire seul met les troupes comparativement à l'Européen sédentaire et isolé, il faut tenir compte aussi de la composition particulière des troupes coloniales, dont une partie plus ou moins forte de l'effectif a déjà subi les atteintes palustres.

Cette question de l'acclimatement perd de son importance à mesure qu'on s'élève dans le haut pays. Et il est d'observation courante, dans la colonie européenne de Tananarive, que l'acclimatement s'y fait d'emblée avec des modifications physiologiques peu marquées.

II. — Affections paludéennes.

Le paludisme, ai-je dit, est la grande endémie du pays. D'après les chiffres que j'ai déjà cités, la *fréquence* des cas y ressortissant serait appréciable ainsi :

Mortalité ..... $\frac{6.62 \times 6}{11} = 3.61$ % par an

Rapatriement ..... $\frac{6.02 \times 11}{10} = 2.41$ % »

Morbidité ..... $\frac{28.4 \times 60}{100}$ 17 journées de maladie par homme.

et par an, soit 4,66 % d'indisponibilités journalières.

Influences étiologiques, recrudescences saisonnières. — Parmi les *influences topographiques*, je me borne à signaler : l'existence de nombreux marais, soit permanents, soit temporaires (saison des pluies), dans les vallées de la région (vallées principales de l'Ikopa et du Betsiboka, vallée du Firingalava, du Mamokomita, du Ménavava, cours inférieur du Nandrona et du Kamoro, plaine et vallée du Marovoay), le mélange des eaux douces et des eaux salées à l'embouchure des affluents et sur les berges basses (saison des pluies), dans le cours inférieur du Betsiboka, jusqu'au-dessus de Marovoay.

Parmi les *influences météorologiques*, indépendamment de la température, il reste à apprécier l'influence de la *saison des pluies* et des *vents dominants*, principalement sur les recrudescences saisonnières.

L'endémie palustre se fait sentir sévèrement toute l'année : les recrudescences météorologiques périodiques existent, mais n'ont pas l'amplitude qu'elles présentent d'ordinaire en pays tropical.

D'une façon générale, on peut dire que la saison des pluies dans son ensemble, d'octobre à avril,

s'accompagne d'une recrudescence de l'endémie paludéenne. Elle n'est pas trop forte, et si j'étais obligé de traduire en chiffres l'impression générale que m'ont laissée trois hivernages, j'hésiterais à leur attribuer $\frac{1}{4}$ des cas, en plus des cas de la saison sèche. Quant à la rémission dans la recrudescence hivernale, signalée dans la période de plein hivernage, elle est encore moins marquée.

Je tiens d'indigènes très intelligents, vieux résidents du pays, la remarque que l'établissement des vents du sud et du sud-est (mai) augmente les cas de fièvre. Le fait m'a paru exact et peut fournir, à l'occasion, une indication pour l'installation des logements temporaires à affecter aux troupes.

Quant aux influences étiologiques individuelles, je citerai simplement la fatigue exagérée, surtout celle provenant de l'exercice musculaire en plein soleil, l'exposition prolongée, soit à la chaleur du soleil, soit à la chaleur obscure dans des logements mal conditionnés, le refroidissement (pluie), courant d'air (nuit à la belle étoile), les excès de tout genre (travail, alcool, débauche). Ces causes, banales d'ailleurs, n'offrent rien de particulier dans la région, sinon la constance de leur action.

Il est inutile d'ajouter que toutes les affections un peu graves, surtout les affections douloureuses, par suite de l'insomnie et de la fatigue qu'elles provoquent, s'accompagnent d'accès palustres.

Il est de tradition constante dans le pays que l'endémie palustre diminue d'intensité à mesure que l'on s'élève vers Tananarive, et le fait est exact, tant pour l'Européen que pour l'indigène.

Cependant, dans une Note insérée dans l'*Annuaire de Madagascar* (1894), le docteur Villette signale les indigènes du Vonizongo comme fortement impaludés, et les résidents anciens de Suberbieville m'ont souvent parlé d'un détachement de 500 soldats venus d'Ankazolé (centre et chef-lieu du Vonizongo) à Mévatanana, il y a quelques années, et dont beaucoup présentaient des signes de paludisme chronique (rate hypertrophiée, anémie palustre).

J'ai eu occasion de traverser la région incriminée (région d'Ankazolé). Le pays est nu, de très pauvre végétation, et son altitude plus élevée, sa température moins haute, sembleraient devoir lui assurer, à l'égard des affections palustres, un avantage sensible sur le bas pays. Mais, faute d'observations médicales, je ne puis qu'accepter et relater l'exception faite sur ce point.

Formes de l'intoxication paludéenne dans la région. — De toutes les formes de l'intoxication paludéenne aiguë, les *fièvres solitaires* sont les plus fréquentes, et, parmi les *fièvres bilieuses* et *gastriques*, forment, pour ainsi dire, la totalité des cas, avec prédominance marquée en faveur des fièvres simples.

Le type de *fièvre simple* le plus fréquent est l'*intermittente quotidienne*, puis la *remittente*, et enfin la fièvre intermittente à *type tierce* (rare).

Les accès, surtout chez les anciens résidents, se bornent souvent à l'élévation de température avec courbature ou lassitude générale, sans frisson initial et sans sueurs abondantes.

Les fièvres *gastro-bilieuses* sont surtout caractérisées par l'état saburral des premières voies, des vomissements bilieux plus ou moins abondants, et une teinte ictérique peu marquée. De durée plus longue que l'accès simple, elles laissent pour un certain temps une atonie digestive marquée aux malades, même après retour de la température à la normale.

Dans la région, je ne les ai vues que rarement accompagnées de l'ictère franc (ictère bronzé, jaunisse) (six cas européens en trois ans), et, dans ces cas, la durée de la maladie et de la convalescence m'a paru être en rapport avec l'intensité de l'ictère. — Pas de décès.

Quant aux fièvres solitaires graves, à forme typhoïde ou adynamique, je les ai observées seulement chez l'indigène de race hova; j'ai vu une douzaine de cas en trois ans, sous la forme assez nette de remittente typhoïde ou adynamique. Ces formes typho-adynamiques, rares il est vrai, m'ont paru graves et ont fourni $\frac{1}{3}$ des décès; je n'en ai pas observé chez l'Européen.

Quant aux fièvres comitées, j'ai observé une fois chez un Européen, une fois chez un créole et quinze fois environ chez l'indigène de race hova, la *fièvre comitée* ou accès pernicieux, à forme cérébrale, soit comateuse, soit délirante, la *forme comateuse* paraissant un peu moins fréquente ; deux fois chez l'indigène, j'ai observé les *comitées algides* sous forme d'*accès syncopal*. Ces 20 cas, traités par l'injection hypodermique (solution à l'acide tartrique, chlorhydro-sulfate en solution simple), m'ont donné 5 décès.

Dans le cas du créole, l'accès pernicieux coïncidait avec l'insolation; je ne saurais dire, vu la difficulté d'avoir un renseignement précis, si cette coïncidence était fréquente dans les cas indigènes.

Je n'ai observé ni les accès pernicieux à forme cholérique, ni l'accès pernicieux à forme dysentérique.

J'ai noté cinq cas de fièvre bilieuse hémoglobinurique (alternance des urines claires et rouges, coagulation massive d'albuminurie rougeâtre par la chaleur et l'acide azotique); un cas chez un Européen antérieurement atteint de cette fièvre au Sénégal ; trois cas chez des créoles venus de la

Réunion; un cas chez un indigène de race hova. Chez l'un des créoles, l'accès hémoglobinurique présentait le type tierce. Traitement : quinine, ipéca, infusion de café vert. — Pas de décès.

Enfin, j'ai observé chez l'indigène un seul cas mortel de *bilieuse hémorrhagique*.

L'intoxication paludéenne chronique se traduit surtout par l'*anémie palustre* et l'*hypermégalie splénique*.

L'anémie palustre, souvent en rapport immédiat avec l'accès qui la provoque ou l'aggrave, est, à un degré plus ou moins marqué, constante chez l'impaludé. Elle m'a paru, dans la région et chez l'Européen, se modifier assez facilement sous l'influence des préparations *ferrugineuses solubles*, du quinquina et de la *quinine répétée à faibles doses*.

L'*hypermégalie splénique*, avec sensibilité plus ou moins marquée, est assez fréquente chez l'indigène. Le fait tient, sans doute, au petit nombre des Européens, anciens résidents de la colonie; mais je ne l'ai notée, du moins sous forme accentuée, que rarement chez l'Européen, dans une proportion certainement moindre que $\frac{1}{15}$ de l'effectif observé.

Les cas aigus de fièvres bilieuses s'accompagnent d'une *augmentation du volume du foie*, avec sensibilité douloureuse; mais je n'ai pas noté chez l'Européen l'hypertrophie chronique de cause palustre. Elle n'est pas rare chez l'indigène.

Quant aux *récidives de fièvre*, elles sont surtout sous la dépendance de l'état général. J'ai noté aussi l'influence des *affections concomitantes*, celle de la tuberculose pulmonaire en particulier.

Quant aux *fièvres larvées*, j'ai observé assez fréquemment, chez l'indigène, la *névralgie* des branches *sus et sous-orbitaires*, la *névralgie intercostale;* j'ai noté aussi deux fois, chez l'indigène, la coïncidence de l'*urticaire* avec la fièvre intermittente simple.

Je n'ai que trois cas de névralgies palustres chez l'Européen (faciale 1, intercostale 2).

J'ai assez fréquemment noté, chez l'indigène chroniquement impaludé, les *palpitations et l'hypertrophie du cœur*. Chez l'Européen, je n'ai observé que des palpitations sans hypertrophie appréciable.

J'ai aussi observé chez l'Européen les *souffles anémiques* cardiaques ou carotidiens, et les *épistaxis*, et ceci avec un degré d'anémie palustre relativement peu marqué, et bien avant la période de cachexie palustre. Le fait est encore plus fréquent chez l'indigène.

Mes observations de *cachexie paludéenne chronique* chez l'Européen sont rares, le rapatriement étant de règle avant cette période. J'en ai observé cependant trois cas, dont un terminé par la mort (pneumonie cachectique).

Quant aux cas de *cachexie paludéenne chronique chez l'indigène*, depuis la forme confirmée jusqu'aux formes les plus graves, ils sont fréquents dans la région et portent exclusivement sur l'indigène de race hova, sur les soldats surtout. Ils présentent leur symptomatologie habituelle : anémie profonde, épistaxis, suffusions séreuses, hypermégalie splénique, accès irréguliers, à forme fruste, fréquents. Elle est très souvent aggravée du fait de la *syphilis*, fréquente dans la population indigène, et se complique fréquemment aussi de *tuberculose pulmonaire*, qui m'a paru l'aboutissant commun de ces cas.

J'ai observé chez l'indigène quelques cas de *cachexie aiguë* avec hydropisie ou gangrènes locales.

Dans deux cas, je l'ai observée chez l'Européen, mais comme complication d'une autre affection (hydropisies sans gangrène); je n'en ai jamais vu un seul cas pur.

Mais, si la *cachexie aiguë* proprement dite est rare, mon impression est que l'anémie palustre et la cachexie palustre sont susceptibles dans la région, chez l'Européen, et surtout chez l'Européen antérieurement surmené et en état de misère physiologique, sont susceptibles, dis-je, d'aggravations à marche rapide, et que, dans ce cas, le *rapatriement hâtif* doit être de règle.

Parmi les *inflammations palustres*, j'ai noté par ordre de fréquence chez l'indigène : la congestion pulmonaire et la broncho-pneumonie palustre, l'hépatite palustre, la péritonite localisée (foie, rate), la pneumonie palustre aiguë. La néphrite à forme brightique, avec œdème généralisé et albuminurie, n'est pas très rare, mais la part de l'élément palustre est difficile à déterminer.

Chez l'Européen j'ai constaté seulement quelques cas de congestion pulmonaire ou de broncho-pneumonie (foyers mobiles de râles fins avec souffle, coïncidant avec des accès de fièvre simple et disparaissant avec eux, et un seul cas de péritonite localisée (splénique, douleurs à forme névralgique, frottement pleural perceptible au toucher et à l'auscultation).

Et d'une façon générale, tant chez l'indigène que chez l'Européen, les *inflammations pulmonaires* d'apparence palustre, doivent être l'objet d'un diagnostic différentiel attentif avec les inflammations pulmonaires spécifiques.

Thérapeutique de la malaria dans la région. — Elle n'offre rien de spécial, je me bornerai aux remarques suivantes en ce qui concerne la thérapeutique préventive ou prophylaxie des groupes, surtout des groupes militaires :

Tenir compte, dans la mesure du possible et dans les limites que comporte son intensité, de la recrudescence saisonnière de la saison de

pluies; tenir compte, en ce qui concerne les mouvements, de l'influence de la fatigue physique, de l'exposition prolongée au soleil et du refroidissement, par la pluie, ou du fait du stationnement nocturne en plein air;

Autant que possible, écarter les sujets antérieurement impaludés ou du moins ayant subi des atteintes marquées:

Dans le même ordre d'idées, écarter tout sujet suspect de tuberculose pulmonaire, même latente, d'affection cardiaque, même muette;

En ce qui concerne l'*habitation*, préférer les hauteurs; c'est d'ailleurs la pratique indigène soit pour les sédentaires, soit pour les troupes en marche; orienter les ouvertures à l'opposé des vents dominants, surtout dans la saison des vents S. et S.-E.; éviter le couchage sur le *sol nu*.

Si l'on admet généralement qu'en pays paludéen, il y a avantage à ne commencer les marches et les travaux qu'un certain temps après le lever du soleil, dans la région du Boéni cet avantage serait contre-balancé du fait de l'exposition plus longue à une température élevée. Cette précaution pourrait être appliquée dans la région de l'Imérina.

On admet, d'expérience générale, que l'usage des *eaux courantes* de la région, ne demande pas de précautions particulières; quant à la prophylaxie individuelle, indépendamment des règles qui découlent de la prophylaxie générale, elle se résume dans l'écart de tout excès, la précaution de ne pas sortir le matin à jeun (café légérement alcoolisé, avec, de préférence, un peu de nourriture solide, pain ou biscuit) et enfin dans l'usage habituel du vin de quinquina et de la *quinine préventive*.

Mon observation personnelle m'a permis d'en constater les bons effets. Au début de ma pratique, je la conseillais à la dose quotidienne de 0,20 à 0,25 centigrammes. Je serais porté à admettre maintenant que cette dose, une fois tous les deux jours, est suffisante.

Dans les formes simples le sulfate de quinine, donné à dose de 1 gramme pendant 3 à 4 jours, puis à dose journalière de 50 centigrammes, agit avec efficacité.

Sauf embarras gastrique ou surcharge bilieuse marquée, la médication évacuante ne paraît pas indispensable.

Chez les anciens fébricitants, il est souvent nécessaire de porter la dose de quinine à 1 gr. 25 ou 1 gr. 50; dans ce cas il vaut mieux la fractionner en deux prises. Je n'ai jamais dépassé la dose de 1 gr. 50, préférant recourir à l'injection hypodermique, pour laquelle le sel quinique le plus approprié (facilité, certitude d'action) m'a paru être le chlorhydro-sulfate de quinquina, que j'ai définitivement adopté.

Dans le traitement tonique de l'anémie palustre, j'ai suivi les règles habituelles et n'ai à signaler que les détails suivants: Les préparations solubles de fer m'ont paru franchement efficaces, je me suis surtout servi de tartrate de potasse et de fer. L'extrait mou de quinquina en pilules est une préparation facile, bien tolérée et m'a été très utile. Enfin, j'ai retiré de bons effets de l'administration continue de sulfate de quinine à faible dose.

III. — Affections dysentériques.

Sous ce titre, je donne les indications suivantes sur la dysenterie proprement dite et les diverses diarrhées, c'est-à-dire les affections entériques en général.

A l'inverse de l'endémie palustre, qui va s'affaiblissant à mesure que l'on monte de la côte vers le haut pays, les affections intestinales augmentent de fréquence, mais sans jamais atteindre, même en Imérina, l'importance pathologique des affections palustres, et cette remarque ne doit pas faire perdre de vue la supériorité hautement reconnue de la salubrité du haut pays.

D'une façon générale et même en ce qui concerne l'indigène, la dysenterie dans la région du Boéni est relativement rare, grave par exception seulement, le plus souvent bénigne.

Quant à la dysenterie chez l'Européen, je dirai, pour fixer les idées, qu'en trois ans de pratique aux Mines d'or, je n'en ai observé que quatre cas. Dans ces quatre cas, il s'agissait d'Européens ayant tous subi antérieurement des attaques dysentériques dans une autre colonie (Algérie 1, la Réunion 2, Tunisie 1,) et ces quatre cas furent tous bénins. Je n'ai pas encore vu un blanc, arrivé indemne de dysenterie à Suberbieville, en être atteint sur place.

Et cette particularité m'a conduit souvent à me demander si les cas observés chez l'indigène appartenaient à la dysenterie proprement dite ou ne ressortissaient pas plutôt aux diverses formes de *diarrhées dysentériques palustres*.

IV. — Affections typhiques.

La fièvre typhoïde, même sous forme épidémique, existe à Tananarive et dans la région voisine de l'Imérina.

Dans la région et chez l'Européen, je n'ai eu qu'une seule fois l'occasion de poser le diagnostic de fièvre typhoïde, et je l'ai maintenu, quoique le cas soit isolé, à cause de la netteté des symptômes observés, d'autant plus nets qu'il n'y eut pas de complications palustres. Guérison.

La difficulté de l'observation journalière chez l'indigène, de l'observation de la température en

séries régulières, l'impossibilité des autopsies, ne me permettent pas d'établir la distinction des cas typhiques ou des cas paludéens à forme typhoïde dans les rares observations que j'ai faites.

Cependant, j'ai huit cas indigènes de fièvres rémittentes, rebelles au sulfate de quinine, accompagnées d'adynamie marquée et de symptômes plus ou moins nets : gargouillement dans la fosse iliaque, bronchite concomitante, subdelirium, langue et gencive fuligineuses, etc. Durée de 1 à 4 semaines, 2 décès.

Ces observations sont évidemment insuffisantes pour permettre d'affirmer l'existence, dans le Boéni, des affections typhiques ou typho-malariennes; mais, jointes à la notion certaine de l'existence de ces affections dans le haut pays, elles me paraissent devoir attirer l'attention.

V. — Autres affections des pays chauds.

Ce serait entrer dans une distinction purement théorique que de vouloir considérer ici l'*anémie tropicale*, indépendamment de ce que j'ai déjà dit de l'anémie palustre dans la région du Boéni.

En effet, s'il faut faire la part de la température élevée du climat dans une certaine mesure, on peut dire que l'anémie ne progresse et ne prend la forme grave, amenant l'invalidité du sujet, qu'autant qu'elle est provoquée et aggravée par des atteintes répétées de fièvre palustre, dont l'influence pathogénique est de beaucoup prépondérante.

J'ai déjà eu occasion de dire que je n'avais pas observé dans la région les *fièvres dites climatériques*, soit en tant que fièvres saisonnières, soit en tant que fièvres d'acclimatement.

Le *beri-beri*, surtout sous la forme hydropique, existe à Nossi-Bé; il a été noté aussi sur la grande terre (Segard) : quoique l'ayant recherché chez tous les malades présentant des hydropisies ou des paralysies, je n'en ai pas observé de cas indigènes dans la région, aussi est-ce sous toutes réserves que j'ai cru pouvoir diagnostiquer dans deux cas, chez l'Européen, le beri-beri aigu à forme sèche.

Quant aux *manifestations* dites *lymphatexiques* (corre), j'en ai observé quelques cas chez des créoles de la Réunion habitant la région (acténo-lymphocèle inguinale 1, éléphantiasis du scrotum 1, éléphantiasis de jambe au début 1).

J'ai observé chez l'indigène quelques acténo-lymphocèles et quelques cas d'éléphantiasis de jambe peu développés, et où la part d'influences autres (ulcères) était à faire. Quant à l'Européen, je n'ai aucun cas de ces affections à noter chez lui.

La *lèpre*, assez fréquente dans la population indigène de l'Imérina, est rare dans le Boéni, où je n'ai observé que deux cas de *lèpre tuberculose* chez deux Sakalaves ; chez les indigènes de race hova, j'ai noté un peu plus souvent une affection spéciale, d'ordinaire localisée à la main et au pied, dont la peau, après une période de desquamation variable, prend par plaques l'aspect de la peau du blanc. Cette affection a été considérée comme une variété de *lèpre décolorante*.

Il est presque inutile que j'ajoute n'avoir observé aucun cas de contagion lépreuse chez l'Européen.

Quant à l'*ecthyma* ou *bouton malgache*, observé chez l'Européen par Jaillet sur la côte Est, je dois dire que, dans la région du Boéni, l'ecthyma et sa forme plus grave, le rupia, sont communs chez l'indigène de sang hova plus ou moins mêlé. Je l'ai constamment vu, pour ne pas dire toujours, coïncider avec la syphilis, et le seul cas que j'ai observé chez l'Européen était dans les mêmes conditions spécifiques.

Quant à l'*ulcère malgache*, l'ulcère des membres inférieurs, surtout l'ulcère périmalléolaire, du 1/3 inférieur de la jambe ou du pied, est assez fréquent dans la population indigène ; mais l'influence des causes prédisposantes (mauvais état général, syphilis, anémie palustre, misère physiologique) ou occasionnelles (régions découvertes, traumatismes répétés, malpropreté, lésions légères banales négligées au début) m'a paru suffisante pour qu'il soit inutile d'attribuer à l'ulcère malgache aucun caractère spécial de malignité climatérique ou régionale. J'en ai beaucoup observé et traité chez les ouvriers indigènes des mines d'or. Ramené aux conditions d'une plaie simple par la cautérisation, quand cela est nécessaire, et pansé régulièrement, l'ulcère malgache, même étendu, guérit bien. Il est beaucoup plus rare chez le créole que chez l'indigène et plus encore chez l'Européen que chez le créole.

La gale est fréquente dans les basses classes de la population indigène, et présente fréquemment la *forme eczémateuse* ou *purulente*. Les cas rares observés chez l'Européen étaient des cas de *gale simple*.

Une variété d'*ecthyma très contagieuse* a été observée par le Dr Jaillet sur la côte Est. J'ai vu signaler d'une façon générale, dans les pays chauds, la fréquence de diverses variétés d'*herpès contagieuses*. Je n'ai pas d'observations régionales de cas analogues, sauf en ce qui concerne l'*herpès labial fébrile*, que je n'ai pas trouvé ici chez l'Européen différer autrement de l'herpès labial d'Europe.

Quant aux *Entozoaires*, le *ténia* existe, paraît-il, dans la région de l'Imérina. J'en ai vu un seul cas chez un Européen, qui rendit ici des cucurbitins pour la première fois; il n'avait que trois mois de résidence, et il est impossible de dire s'il s'agit d'un cas régional ou d'un cas importé.

Je n'ai noté chez l'indigène (enfants) que l'ascaride lombricoïde et l'oxyure vermiculaire.

Mais je crois devoir faire mention importante d'un cas de kyste hydatique du foie (mort par affection intercurrente à l'hôpital de Nossi-Bé, autopsie). Il s'agissait d'un cas régional, le sujet habitant le Boéni depuis son enfance (indigène). Les premiers symptômes perceptibles (voussure hépatique, démangeaisons) remontaient à quinze mois environ au moment du décès (avril 1894).

Le *tétanos* a été signalé à Nossi-Bé, à la Réunion et sur la grande terre. Le Dr Jaillet en a observé 8 à 10 cas à Tamatave, dans le courant de 1893.

Je n'ai que quatre observations de *coup de chaleur* chez l'Européen, trois fois par insolation directe, une fois par chaleur obscure : ce furent quatre cas à forme syncopale, peu grave; le coup de chaleur est donc peu fréquent, rare même chez l'Européen, malgré l'élévation de la température et l'état habituel de la lumière. Mais il s'agit ici d'Européens marchant ou travaillant isolément, dans une tenue dégagée, habitant aussi isolément, et le coup de chaleur est sans doute à prévoir plus fréquent chez le soldat, marchant en formation plus ou moins dense, soumis à la gêne d'une tenue moins libre, de l'équipement et du poids des armes, et habitant en commun. Il faut tenir compte, en outre, dans cette comparaison, de l'accoutumance réelle, dont bénéficie, à cet égard, l'Européen acclimaté, acclimatation qui manque aux nouveau-venus.

Quant aux formes locales de l'insolation, *érythème léger des parties découvertes*, mains, avant-bras, cou, elles sont assez fréquentes et n'offrent, d'ailleurs, aucune gravité.

VI. — Affections internes non spéciales aux pays chauds.

Je ne donne d'indications que pour celles de ces affections offrant quelque intérêt pour mon sujet.

Maladies infectieuses communes à l'homme et aux animaux. — La *rage canine* existe à Madagascar; elle est connue dans la région, et des indigènes m'ont cité un cas de rage humaine (femme mordue par un chien enragé, morte avec des symptômes délirants et convulsifs, trois semaines après la morsure??). Malgré la faible durée de l'incubation, le cas n'est pas invraisemblable; mais il est nécessaire de faire quelques réserves, il peut être aussi interprété comme un cas de tétanos.

La « *tuberculose* » est assez fréquente chez les Hovas, sous formes de tuberculose ganglionnaire, osseuse et pulmonaire. Les affections dites « scrofuleuses » revêtent chez l'indigène une forme et une gravité particulière du fait de leur association presque constante avec la syphilis. La *tuberculose pulmonaire*, dans sa première et deuxième périodes (ulcérations caverneuses, cachexie tuberculeuse), m'a paru être à marche rapide, et j'ai presque constamment vu la tuberculose des indigènes compliquée et aggravée par des accès palustres.

Quant *à l'Européen et au créole tuberculeux* (six cas), je résumerai mon impression ainsi : Le climat leur est défavorable, la tuberculose latente se révèle, la tuberculose confirmée s'aggrave. Cette remarque peut fournir une indication pour l'examen et la sélection à opérer sur les troupes destinées à agir dans la région.

Affections infectieuses de l'homme. — Parmi celles-ci, je placerai en tête les « fièvres éruptives ».

La *variole* est endémique dans la région. Et si elle n'exerce pas de plus nombreux ravages, c'est que les indigènes poussent et abandonnent dans la campagne sans ménagement ni hésitation tout individu atteint, aussitôt le mal reconnu. Aussi n'est-ce qu'accidentellement qu'on peut l'observer.

Je n'ai vu que des cas de variole discrète ou cohérente à forme commune (1 cas compliqué de paraplégie variolique, guérison complète), mais les indigènes m'ont fait une description exacte de la variole hémorrhagique, qu'ils paraissent connaître.

Antérieurement à mon arrivée, il y a eu un décès par variole dans le personnel créole des mines d'or (vaccination). J'ai observé, chez deux autres créoles vaccinés, 1 cas de variole discrète (guérison) et un cas de varioloïde (guérison).

Je n'en ai pas vu, ni recueilli de cas européen.

Parmi les autres fièvres éruptives, la *rougeole* est assez fréquente à Tananarive. Elle est très rare dans le Boéni, où je n'ai pas encore observé de *scarlatine*.

Une épidémie de *grippe* a sévi l'année dernière sur toute l'île. Elle a frappé toute la région de Tananarive à Majunga. Il m'a été donné de l'observer sur tout ce parcours. Elle m'a paru sévir plus fortement à Tananarive et dans le haut pays que dans le bas pays (du 15 juillet au 15 septembre 1893). Elle a été très générale. J'ai observé chez l'indigène quelques rares cas à forme nerveuse, la forme thoracique dominant presque exclusivement.

C'est celle que j'ai observée chez les Européens, je n'ai pas eu de cas grave. Dans un seul cas, chez un créole tuberculeux, à la deuxième période, la grippe a déterminé une broncho-pneumonie grave, rapidement mortelle.

Je n'ai pas observé, dans une pratique de trois ans, un seul cas d'*érysipèle* chirurgical ou médical.

Maladies du tube digestif. — J'ai observé chez l'Européen la *stomatite catarrhale* et la *stomatite aptheuse* (rares).

En outre, le *muguet* s'observe chez l'enfant

indigène, et j'ai quelques observations chez l'indigène et le créole de *stomatite ulcéro-membraneuse*. Je ne fais, par cette dernière désignation, que traduire l'aspect symptomatique de ces cas sans en affirmer la spécificité.

L'*angine catarrhale aiguë simple* s'observe chez l'Européen, mais bien plus rarement qu'en pays tempéré chez l'indigène ; j'ai noté, en outre, l'*angine (amygdalite) phlegmoneuse*.

L'*angine diphthérique* est assez fréquente à Tananarive. Je n'en ai pas observé dans la région, ni non plus aucune autre manifestation diphthérique.

Il serait difficile et peut-être oiseux de vouloir distinguer l'*embarras gastrique, simple* ou *fébrile*, des embarras gastriques qui précèdent, accompagnent et suivent les accès de fièvre intermittente. Toutes ces formes, dans la région, sont justifiables du même traitement (médication évacuante, et administration du sulfate de quinine).

J'en dirai autant de la *dyspepsie chronique* (anorexie avec dégoût marqué pour la viande, renvois, ballonnements indolent ou douloureux de l'estomac, diarrhée lientérique ou non), qui paraît toujours être liée étroitement à l'ancienne tropico-paludéenne, ou provoquée par des atteintes répétées coup sur coup de fièvre palustre. Le traitement tonique (quinquina ferrugineux, amers), le changement de régime alimentaire et au besoin de résidence, par leurs bons effets habituels, confirment, je crois, cette appréciation.

Maladies de l'appareil respiratoire. — Les indigènes sont assez sujets, en toute saison, mais surtout au commencement de la saison sèche, au *coryza aiguë*, qu'on observe aussi chez l'Européen, mais moins accentué et moins fréquent que dans les pays tempérés.

Ces remarques s'appliquent aussi à la *bronchite aiguë simple*, assez fréquente chez l'indigène pendant la saison des pluies et pendant la période qui est pour lui le froid de la saison sèche. La *laryngite aiguë simple*, plus rare, s'observe aussi. J'ai observé, l'année dernière, chez les enfants de la région, une douzaine de cas épidémiques de *coqueluche*, et j'ai noté chez l'indigène trois cas d'asthme essentiel.

Assez fréquemment on note chez l'Européen, au cours des fièvres palustres, des foyers de *congestion pulmonaire* et même de *broncho-pneumonie*. Mais, sauf un cas de pleuro-pneumonie aiguë, je n'ai observé les inflammations pulmonaires ou pleurétiques franches des climats tempérés. J'ai déjà signalé chez l'Européen un cas de décès par broncho-pneumonie à la période terminale de la cachexie palustre.

J'ai à peine quelques observations de pleurésie à épanchement chez l'indigène, et seulement deux cas de pneumonie aiguë lobaire (signes stéthoscopiques classiques, crachats rouillés).

Maladies de l'appareil circulatoire. — On observe, et non très rarement, chez l'indigène de race hova, l'*aortite chronique* avec dilatation de la crosse plus ou moins marquée, ou anévrisme constitué. On observe aussi chez les Hovas venant de l'Imérina, où le rhumatisme articulaire aigu est assez fréquent, l'*insuffisance mitrale*. Je ne dirai rien de ces cas, sinon que ces malades, et les mitreux plus que les aortiques, paraissent mal supporter le séjour du pays. Je ne parle, bien entendu, en ce moment, que des cas encore à la période de compensation.

J'ai fait la même remarque chez deux Européens ainsi atteints, et qui ont été particulièrement éprouvés par le climat, quoique leur lésion fût encore complètement compensée.

L'*hypertrophie cardiaque simple* et les *palpitations* accompagnées ou non d'hypertrophie s'observent aussi chez l'indigène. J'ai seulement observé des *palpitations* chez l'Européen. J'ai déjà signalé ces faits à propos des affections palustres.

Maladies du rein. — La néphrite aiguë et les diverses formes du mal de Bright s'observent chez l'indigène. J'en ai observé chez le personnel (1 créole, 1 Européen) 2 cas importés : il est à noter que, malgré la température du climat, ils ont offert les complications pleuro-pulmonaires communes dans les pays tempérés (bronchite, pleurésie séreuse, épanchement faible, bronchite, œdème et congestion des poumons).

Maladies de l'appareil locomoteur. — Le rhumatisme articulaire aigu, assez fréquent, paraît-il, chez l'indigène à Tananarive, est rare chez l'indigène né ou depuis longtemps sédentaire dans les bas pays, et ne se présente que sous forme atténuée.

Les divers cas de douleurs musculaires ou articulaires auxquelles on accorde facilement la désignation de « rhumatismales » dans les consultations un peu hâtées, se présentent assez fréquemment chez l'Européen dans la région.

Mais je n'ai réellement rencontré, chez l'Européen, que deux cas où la multiplicité, la morbidité et la marche de déterminations articulaires m'aient rappelé, sous une forme très atténuée quant à l'intensité de la douleur et des phénomènes généraux, la polyarthrite-rhumatismale aiguë des climats tempérés.

Dans l'un des cas je notai, en outre, malgré des phénomènes fébriles et douloureux peu accusés,

une aggravation subite de l'anémie préexistante.

Ces deux malades avaient, antérieurement à leur arrivée, souffert du rhumatisme aigu (antécédents nets).

Maladies vénériennes. — Je donne ces indications en prévision des cas où des troupes seraient stationnées dans des conditions telles que la facilité de leurs rapports avec l'indigène peut créer un danger de contagion vénérienne. Aussi parlerai-je exclusivement des affections vénériennes chez l'indigène.

Les trois classes d'affections vénériennes, — *blennorrhagiques*, *chancrelleuses*, *syphilitiques*, — sont très fréquentes chez l'indigène de la région. Je dois spécifier qu'en ce qui concerne la syphilis, elle est surtout fréquente chez l'indigène de race hova plus ou moins pure. Le Sakalave et le Makoa jouissent, mais non jusqu'à exemption complète, de l'immunité ordinaire des races noires.

Indépendamment de la liberté des mœurs, cette fréquence reconnaît aussi pour cause l'indifférence individuelle relative pour ces affections, la promiscuité, les habitudes de la vie commune indigène (communauté des objets mobiliers et même des vêtements).

Dr Lacaze,
Médecin du Corps expéditionnaire de Madagascar.

CONCLUSION PRATIQUE

LA POLITIQUE FRANÇAISE A MADAGASCAR

Les études qu'on vient de lire [1] comportent une conclusion pratique : plusieurs enseignements s'en dégagent pour notre politique coloniale.

Allons-nous, au lendemain de la conquête, transporter à Madagascar, comme à un nouveau Port-Breton, cette multitude de colons indigents qui se laissent si facilement prendre au mirage d'un paradis lointain et que la misère seule détermine à s'expatrier? Allons-nous peupler l'île de fonctionnaires français, de neveux de députés, de sénateurs et de ministres, réserve et pépinière électorale que les Sakalaves auraient le plus grand tort de nous envier? Allons-nous imposer nos institutions européennes à des peuplades pliées, depuis une longue suite de générations, à un tout autre état de civilisation? Allons-nous, sous-prétexte de colonisation, grever les finances de la France pour restaurer celles des Ménabé et des Mérina?

La connaissance que nous commençons à avoir des races malgaches, une saine appréciation des ressources diverses de leur pays, nous préserveront, espérons-le, d'une telle folie.

Tout récemment, lorsque notre gouvernement s'est trouvé entraîné à une expédition militaire dans l'île, un Comité de voyageurs et de savants ayant vécu à Madagascar s'est constitué [2] en vue d'appeler sur ces questions d'importance capitale l'attention du Parlement et du Pouvoir exécutif. Nous ne saurions mieux faire que de publier à ce sujet les conseils du savant le plus autorisé en la matière, notre éminent collaborateur M. A. Grandidier, qui a consacré sa vie à l'étude et à la description de la grande île.

M. Grandidier fait remarquer tout d'abord qu'il convient de ne point confondre le peuple Hova et son gouvernement. Ce dernier a indignement violé le traité de 1885. C'est à lui seul que nous faisons la guerre. Quant au peuple, notre devoir est de le diriger dans la voie du progrès moral et social : nous ne voulons pas l'asservir.

« Il n'est pas douteux », dit l'éminent savant, « que les Hova ont un fonds de qualités sérieuses que ne possèdent pas les autres Malgaches et qu'un changement dans leur état social, tel que celui qui sera la conséquence naturelle et heureuse de notre protectorat, amènera forcément une prompte et profonde transformation dans leur état moral et dans leur caractère, au plus grand bénéfice et au plus grand contentement d'eux-mêmes et de notre pays.

« Suivant l'heureuse expression de l'un de nos voyageurs africains les plus méritants et les plus énergiques, M. Mizon, la colonisation est une association où, en échange du sol et du travail que fournit l'indigène, l'homme civilisé apporte son intelligence, sa science et ses capitaux. Or, notre association avec les Merina (Hova) sera certainement prospère ; car, intelligents et désireux de s'élever à notre niveau, ils en comprendront vite tous les avantages dès que le régime tyrannique qui les a façonnés à l'hypocrisie, au mensonge et à l'avarice, aura, par notre initiative, fait place à un gouvernement meilleur, qui garantira effectivement la propriété individuelle, qui rétribuera les fonctions publiques et réprimera les concussions,

[1] Voyez aussi l'article de M. A. Grandidier sur les *Hova*, publié dans la *Revue générale des Sciences* du 30 janvier 1895.

[2] *Comité de Madagascar*, ayant son siège au n° 8 de la rue de Tournon à Paris.

qui, tout en respectant les mœurs et les coutumes, abolira toute corvée autre que celle nécessaire pour l'exécution des routes et des travaux publics, notamment la corvée militaire, que remplacera avantageusement le recrutement volontaire.

« Cette nouvelle organisation politique, qui sera certainement très appréciée des Mérina (Hova), stimulera leur activité et donnera un grand essor à leur industrie et à leur commerce. Grâce à l'étendue considérable de la région aurifère, qui mesure plus de 100 lieues de long sur 50 lieues de large, et que de nombreuses sociétés viendront exploiter, nous avons confiance que ce pays, aujourd'hui pauvre, s'enrichira, et que sa richesse facilitera et hâtera l'œuvre de civilisation qui a été si bien commencée par les missionnaires et que nous pourrons mener à bonne fin sans avoir à faire appel aux finances de la France. Les mines d'or sont comme le coffre-fort d'où l'on tirera l'argent nécessaire à l'exécution des routes et des chemins de fer, sans lesquels la mise en valeur de cette île serait impossible.

« On pourra alors tenter utilement à Madagascar des entreprises agricoles. Dans la région orientale et dans la région centrale, où le climat est le plus favorable à une végétation puissante et où la population est le plus dense, le sol manque, en beaucoup d'endroits, de certains éléments utiles à la plupart des cultures, notamment de calcaire, et il est indispensable que de bonnes voies de communication permettent l'apport à bon marché des amendements indispensables au succès des plantations et à l'écoulement de leurs produits. Les routes, qu'on pourra faire vite et bien, grâce à la richesse aurifère des provinces centrales de Madagascar, sans qu'il en coûte rien à la métropole, permettront de mettre promptement en exploitation rémunératrice des terres qui sont actuellement infertiles, mais qu'on transformera facilement par un traitement approprié.

« Il n'est pas toutefois inutile d'insister sur ce que ce n'est point avec des vagabonds et des mendiants qu'on peut coloniser; espérons que le gouvernement n'encouragera pas, au moins au début, l'exode de ces familles misérables, plus riches d'illusions que d'argent et de science, qui ne pourraient que végéter ou même perir de maladie et de besoins. Avant que l'ère de la colonisation individuelle ou familiale ne s'ouvre, il faut que ceux qui, avec raison, voudront utiliser les ressources minières ou agricoles de Madagascar, possèdent les capitaux nécessaires et soient outillés matériellement et scientifiquement pour faire les études préparatoires nécessaires à toute entreprise coloniale en pays neuf et pour attendre patiemment le moment où la semence confiée à cette terre encore inconnue produira la moisson prévue. »

On ne saurait trop insister sur la sagesse d'un tel conseil. Le *Comité de Madagascar*, adoptant pleinement les vues de M. Grandidier, a mis en tête de son *Bulletin* cette importante déclaration :

« Le Comité pense qu'il y aurait danger à appeler immédiatement des immigrants sans ressources.

A de très rares exceptions près, ces immigrants ne peuvent lutter contre la main-d'œuvre indigène, tombent dans la misère, sont une charge pour la colonie et, par leurs récriminations, jettent sur elle le discrédit. Il convient, au contraire, d'encourager les colons qui sont en situation d'attendre quelques années les résultats de leurs efforts. Si leurs entreprises réussissent, comme il y a lieu de s'y attendre, ils attireront naturellement à eux leurs compatriotes, avec toutes garanties de bien-être et de succès. »

Ainsi se produira, sans préjudice pour nos nationaux, sans atteinte à nos finances, la mise en valeur des richesses du sol malgache. Si, comme le veut M. Grandidier et, avec lui, le *Comité de Madagascar*, il demeure bien entendu que l'île devra trouver en elle-même les conditions de son développement économique, « vivre de ses seules ressources et suffire à tous les besoins de son administration [1] », nul doute qu'elle ne devienne, dans un avenir prochain, une colonie très prospère.

Si ces idées prévalaient, si le public avait cette confiance que tel ne cessera d'être le principe de notre politique à Madagascar, il est probable que de grandes Compagnies, traitant avec l'État, se formeraient à l'effet d'exploiter les richesses forestières de l'île, d'y faire de la culture, de l'élevage et du commerce. Ces Sociétés rendraient à l'île ce service inestimable d'y pratiquer des routes, d'y établir des voies ferrées, d'y améliorer la navigation fluviale, d'assainir des régions marécageuses; et, en rémunération de ces travaux d'intérêt public exécutés à leurs frais, elles deviendraient *propriétaires* ou tout au moins *concessionnaires* de territoires déterminés à l'origine du contrat. Les capitaux français prendront volontiers, et très utilement pour eux et pour les affaires publiques, le chemin de Madagascar, si la possibilité matérielle d'y fructifier leur est ainsi valablement assurée.

Louis Olivier.

[1] *Bulletin du Comité de Madagascar*, n° 1, page 2.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Vallier (E.), *Chef d'escadron d'Artillerie, Correspondant de l'Institut.* — **Balistique des nouvelles poudres.** — 1 *vol. petit in 8° de 180 pages avec figures, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, membre de l'Institut. (Prix : broché, 2 fr. 50 ; cartonné, 3 francs.) Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs. Paris,* 1895.

La fabrication des armes de guerre et des bouches à feu de gros calibre a pris de nos jours, et notamment en France, un développement considérable ; elle constitue une branche importante de l'industrie métallurgique et exerce sur ses progrès une influence bienfaisante dont les arts les plus pacifiques sont les premiers à profiter.

Aussi les notions qui président à l'étude des conditions d'établissement des bouches à feu ne sont-elles plus l'apanage exclusif des ingénieurs d'Etat, et voyons-nous les publications industrielles discuter la puissance et le rendement d'une bouche à feu comme les éléments d'un moteur thermique quelconque.

M. le commandant Vallier s'est proposé de réunir, sous une forme concise, les données théoriques et expérimentales indispensables pour de pareilles recherches, et il a indiqué, par le titre de son ouvrage, le point de vue général auquel il s'est placé qui est l'étude de l'adaptation aux bouches à feu des explosifs balistiques à grande puissance, introduits depuis une dizaine d'années dans les armements européens.

Les éléments qui interviennent dans le fonctionnement d'une bouche à feu sont de deux sortes ; les uns définissent l'arme : ce sont le calibre, le volume de la chambre à poudre, la longueur d'âme, le poids du projectile ; les autres définissent l'explosif qui sera utilisé dans cette arme : ce sont, le poids de la charge, la force de l'explosif, la durée et la loi de sa combustion. Toutes ces variables interviennent simultanément dans la valeur de la vitesse initiale communiquée au projectile et dans la valeur de la pression développée dans la bouche à feu.

De la vitesse initiale dépend la puissance de la pièce, de la pression maximum dépend la sécurité de son fonctionnement. Toutes les études de balistique intérieure ont pour but de calculer la valeur de ces deux éléments lorsqu'on connaît le tracé du canon et du projectile et la nature de l'explosif. L'auteur, après avoir résumé dans les premiers chapitres, les principes de thermodynamique et de thermochimie qui régissent le fonctionnement complexe de ces machines thermiques, établit par une théorie nouvelle les relations fondamentales qui lient la vitesse initiale et la pression maximum aux éléments du tir.

Toutefois l'incertitude où nous sommes encore relativement au mode de fonctionnement de certains explosifs ne permet pas d'introduire, dans les formules, les caractéristiques de ce fonctionnement comme des données de la question, et c'est sous forme de constantes déterminées pour chaque explosif particulier par des tirs préalables, dans des armes d'ailleurs quelconques, que les éléments force, durée et loi de combustion sont introduits dans les formules.

Il existe donc encore une lacune importante dans ces théories ; mais, sous leur forme actuelle, elles sont appelées à rendre d'importants services parce qu'elles permettent de tirer, d'expériences restreintes, des données qui conduisent à la prévision des effets dans les armes les plus diverses.

L'ouvrage de M. Vallier se recommande donc d'une façon toute particulière à l'attention des artilleurs et des ingénieurs spécialistes.

P. VIEILLE,
Ingénieur en Chef des Poudres et Salpêtres.
Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

Bigourdan (G.), *Astronome à l'Observatoire de Paris.* — **Sur la mesure micrométrique des petites distances angulaires célestes et sur un moyen de perfectionner ce genre de mesures.** — 1 *brochure grand in-8° de 32 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1895.

M. Bigourdan, qui a fait une étude approfondie des erreurs qui se produisent dans les mesures d'étoiles doubles, propose, dans son nouvel ouvrage, une méthode qui donnera des résultats d'une plus grande précision que celle qui a généralement été employée jusqu'à présent. Pour déterminer la distance des composantes d'un système stellaire, on place chacune d'elles sous un des fils du micromètre et, dit M. Bigourdan, si l'étoile est faible, elle est cachée complètement par le fil ; si elle est brillante, sa lumière mord le fil de chaque côté, et peut même le faire disparaître complètement. Comme les difficultés de mesure s'atténuent quand le diamètre des fils devient plus faible, l'auteur propose de les supprimer complètement et de les remplacer par des pointes très fines, constituant dans le plan du micromètre un véritable compas à verges. M. Bigourdan donne le moyen d'obtenir des pointes convenables et de les fixer dans le micromètre ; il s'est servi de pointes en verre dont la construction est très simple, leur diamètre à l'extrémité n'est que de 6 millièmes de millimètre, c'est-à-dire inférieur à l'épaisseur des fils ordinairement employés dans les mesures d'étoiles doubles. L'auteur, qui a expérimenté son procédé pendant plus d'un an, cite de nombreux exemples qui montrent tout l'avantage de l'emploi des pointes pour la mesure des distances des composantes des étoiles binaires, au moins lorsqu'il s'agit de couples serrés ; quand la distance angulaire des étoiles dépasse 3″ ou 4″, la nouvelle méthode, qui consiste à déplacer les pointes, l'une par rapport à l'autre, au moyen de la vis micrométrique, jusqu'à ce que les étoiles semblent se trouver sur leur prolongement, n'est, en général, pas plus avantageuse que l'ancienne.

M. Bigourdan a également recherché le meilleur procédé pour la mesure des petits diamètres, tels que ceux des satellites de Jupiter. L'auteur, après avoir discuté les diverses méthodes employées (fils simples, fils doubles, micromètres à double image, etc.), donne les résultats que lui a donnés l'usage des pointes pour les mesures des quatre gros satellites de Jupiter, dans diverses conditions d'éclairement ; la faiblesse des écarts de chaque valeur individuelle avec la moyenne montre que la méthode de mesure préconisée par M. Bigourdan est susceptible de donner des résultats d'une grande précision.

Enfin, quelques essais, faits en vue de mesurer les petits détails qui se présentent à la surface des planètes, ont montré que la précision est plus grande et l'observation plus aisée lorsque l'on fait usage de pointes. On pourrait peut-être se servir avantageusement de cette méthode pour déterminer la largeur des divers anneaux de Saturne et les dimensions des détails que l'on aperçoit à leur surface.

Il ne nous semble pas douteux que les résultats obtenus par l'auteur ne décident les astronomes à se servir de ce nouveau procédé pour toutes les mesures de petites distances angulaires célestes.

P. STROOBANT.

2° Sciences physiques.

Hinrichs (Gust.-D.), *Professeur de Chimie à l'Ecole de Pharmacie de Saint-Louis (Etats-Unis).* — **The Elements of Atom-Mechanics**; 1er *vol.* : **The true atomic Weights of the chemical Elements and the Unity of Matter.** — 1 *vol. in-8° de* 260 *p. avec planches et diagrammes.* (*Prix* : 15 *francs.*) *C.-G. Hinrichs, éditeur, à Saint-Louis, et B. Westermann, à New-York, H. Le Soudier,* 174, *boulevard Saint-Germain, Paris,* 1895.

Depuis environ deux ans, M. Hinrichs a publié, dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, de nombreuses notes relatives, pour la plupart, à la détermination des poids atomiques; le volume qu'il vient de faire paraître est en grande partie le développement de ces notes.

M. Hinrichs se propose de démontrer que l'hypothèse de Prout n'est nullement contredite par les déterminations de poids atomiques, c'est-à-dire que ces poids atomiques sont tous des multiples exacts de la moitié de celui de l'hydrogène. C'est la conception qui avait été proposée par Dumas et que l'on a généralement regardée comme une simple approximation après les recherches de Stas. M. Hinrichs ne conteste pas l'exactitude des analyses de Stas, mais il proteste contre le peu de cas que l'on fait des résultats d'autres expérimentateurs habiles tels que Dumas, Marignac, etc. Pour lui, les analyses de ces divers savants ont la même valeur, et il considère que les écarts qu'elles présentent proviennent de ce qu'elles ont été faites dans des conditions différentes, notamment avec des poids très différents de matière; le poids atomique trouvé varierait donc d'une façon régulière avec la quantité de substance employée à la détermination. Cette remarque qui n'avait jamais été faite est certainement logique; il est naturel d'admettre que, dans un dosage, les conditions de solubilité, de volatilité, interviennent plus ou moins suivant que l'on opère sur des masses plus ou moins grandes. M. Hinrichs représente graphiquement cette variation du poids atomique trouvé en fonction du poids de substance employé, et trouve que les points correspondant aux diverses expériences se placent sur une courbe de forme parabolique. Cette courbe donne, par extrapolation graphique, le poids atomique correspondant à une opération idéale, portant sur une quantité de matière nulle; c'est ce que M. Hinrichs appelle le poids atomique vrai déterminé par la méthode limite. Or, les poids atomiques vrais, ainsi déterminés d'après les résultats des principaux analystes, se trouvent être des multiples exacts de la moitié du poids atomique de l'hydrogène.

Les idées de M. Hinrichs soulèvent bien quelques objections, mais elles nous semblent mériter une discussion approfondie; la remarque relative à l'influence des quantités de substance employée dans les analyses peut avoir une grande importance pour la chimie de précision.

Voici, comme exemple, un tableau résumant les recherches de Stas sur la synthèse du nitrate d'argent. La colonne I contient le poids d'argent employé, et la colonne II la valeur du poids atomique trouvé pour l'azote :

I	II
77 gr.	14.092
150	14.097
200	14.087
500	14.076
1000	14.050

Le livre de M. Hinrichs contient en outre une étude historique et critique des différentes recherches relatives aux poids atomiques; étude dans laquelle l'auteur exprime ses opinions avec beaucoup d'énergie et de franchise. Ses grandes admirations sont pour Berzélius et Dumas, quoiqu'il accuse celui-ci d'avoir « plié le genou devant Baal » en usant du « consommé Pelouze ». (Cela signifie faire un dosage au moyen d'une liqueur titrée d'argent.) Il regarde Stas comme un manipulateur très habile qui a mal interprété ses résultats et s'est fait, vis-à-vis des chimistes peu versés dans les mathématiques, une réputation de mathématicien en appliquant la méthode des moindres carrés à sept ou huit nombres déterminés dans des conditions différentes; mais M. Hinrichs est surtout plein de mépris pour l'école allemande, pour ces chimistes qui sont devenus si exclusivement « chlorurants » (chlorinating), qu'ils semblent avoir perdu la faculté de raisonner.

Quoique ces formes de discussion soient peu en usage dans le monde scientifique, ou peut-être à cause de cela, le livre est intéressant; il contient pas mal de digressions, mais il renferme une idée. Cela vaut bien la fameuse pièce dans laquelle il y avait un beau vers.

G. Charpy.

Fayollat (J.). — **Recherches sur quelques dérivés tartriques de structure dissymétrique.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Genève.*) — 1 *brochure in-8° de* 60 *pages. Imprimerie Dubois, Genève,* 1895.

On se rappelle le travail de M. Freundler sur les éthers tartriques substitués, dont la *Revue* a donné récemment un résumé succinct : l'auteur s'y était attaché surtout à l'étude des dérivés symétriques dont le diacétyltartrate d'éthyle offre l'exemple le plus simple. M. Fayollat a voulu compléter ce travail en y joignant les données relatives aux éthers monosubstitués ou bisubstitués dissymétriques de la forme :

$$CO^2R - CH(OA) - CH(OH) - CO^2R$$

et

$$CO^2R - CH(OA) - CH(OB) - CO^2R,$$

si l'on désigne par A et B deux radicaux acides différents, ainsi qu'à quelques sels, alcalins ou alcalino-terreux, de l'acide éthyltartrique.

La préparation de ces corps est en général difficile, et, dans beaucoup de cas, leur purification est impossible. Il en résulte que les données polarimétriques relatives aux dérivés en question ne peuvent qu'être approximatives, et M. Fayollat insiste plus sur la partie pratique de son travail que sur les conclusions théoriques qui en découlent. Les pouvoirs rotatoires des éthers tartriques monosubstitués sont intermédiaires entre ceux des mêmes éthers purs et bisubstitués, tout en se rapprochant davantage des premiers; il en est de même pour les pouvoirs rotatoires des éthers tartriques bisubstitués à deux radicaux différents, qui sont toujours compris entre les pouvoirs rotatoires des dérivés bisubstitués symétriques correspondant aux deux radicaux mis en œuvre.

L. Maquenne.

Gascard (Albert). — **Contribution à l'étude des gommes laques des Indes et de Madagascar.** — *Un vol. in-8° de* 125 *p. avec* 1 *planche. Société d'éditions scientifiques,* 4, *rue Saint-Antoine, Paris,* 1895.

La chimie des gommes laques était peu avancée jusqu'à ces dernières années; elle est demeurée stationnaire de 1830 à 1886, époque où M. Gascard l'a reprise.

Le fait le plus important qui ressorte du présent travail, c'est la présence, dans la gomme laque, d'un principe cristallisé, ayant les propriétés physiques des cires, mais formé d'un acide azoté susceptible d'être éthérifié par l'alcool myricique; il démontre que l'insecte intervient activement dans la production de la cire; le rôle de la cire est de protéger les stigmates de l'insecte contre l'envahissement de la résine et d'assu-

rer l'accès de l'air aux organes respiratoires; l'alcool myricique est identique à lui-même quelle que soit son origine, la cire d'abeilles est donc la même que la cire de gomme laque.

M. Gascard étudie aussi une nouvelle gomme laque originaire de Madagascar. Signalée en 1661, par Flacourt, sous le nom de *Litin Bitsic*, cette substance est restée inconnue depuis. Comme la gomme laque des Indes, elle renferme une cire azotée relativement abondante, dont l'étude n'a pu être poussée aussi loin qu'on pourrait le désirer, à cause de la rareté du produit. Les échantillons étudiés ont pour support les rameaux d'une Lauracée.

Le professeur Targioni-Tozzetti, de Florence, rapporte la Coccidée qui produit la laque de Madagascar à un nouveau genre *Gascardia*, voisin des *Carteria*, de la tribu des Lecanidées.

F. Jadin,
Professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Montpellier.

Haller (A.), *Correspondant de l'Académie des Sciences, Directeur de l'Institut chimique de Nancy.* — **L'Industrie chimique.** — *1 vol. in-8° de 350 pages avec figures de l'Encyclopédie de Chimie industrielle. (Prix, cartonné : 6 francs.) J.-B. Baillère et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

M. Haller a reproduit dans ce livre son *Rapport sur l'Industrie chimique à l'Exposition de Chicago*, dont notre éminent collaborateur M. H. Moissan a rendu compte ici-même[1]; l'auteur y a ajouté d'importants documents acquis depuis l'apparition de ce *Rapport* et relatifs aux récents progrès des industries chimiques, principalement à l'étranger.

Cet ouvrage est actuellement le plus complet qui existe sur la matière. Il rappelle, dans chaque chapitre, les faits d'ordre scientifique les plus récemment acquis qui servent de base à l'industrie décrite. Et, d'autre part, les dispositions typographiques adoptées permettent de consulter la partie technique du manuel avec la même facilité qu'un dictionnaire.

Si nous ne nous étendons pas davantage sur ce livre, c'est que le *Rapport* qui en constitue la partie fondamentale a été analysé dans la *Revue* et est actuellement dans les mains de tous les fabricants de produits chimiques.

L. O.

3° Sciences naturelles.

Faurot (L.), *Docteur en Médecine.* — **Etudes sur l'anatomie, l'histologie et le développement des Actinies.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *Un volume in-8° de 220 pages, avec 29 figures et 12 planches hors texte. Archives de Zoologie expérimentale, 3e série, vol. III. Imp. A. Hennuyer, 7, rue Darcet, Paris*, 1895.

L'auteur s'est proposé de faire des recherches comparatives sur l'anatomie et le développement des Actinies fixées (*Tealia*, Sagartiadées et Zoanthides) et des Actinies pivotantes, c'est-à-dire celles qui ne sont pas fixées au sol par une base aplatie (Edwarsies, Cérianthe). Il étudie successivement une douzaine de genres d'Actinies, surtout des pivotantes, pour chacun desquels il indique avec minutie les caractères extérieurs de forme et de couleurs, le nombre et la disposition relative des tentacules et des cloisons, considérés chez l'adulte et les jeunes individus. Ces monographies sont précédées d'un chapitre plus général sur l'anatomie, l'histologie et le développement des espèces étudiées.

Je me bornerai à signaler les résultats nouveaux ou d'un intérêt général; au point de vue histologique, Faurot s'occupe surtout de la structure du mésoderme; il est formé de membranes superposées, composées elles-mêmes de fines fibrilles; bien qu'il n'y ait rien là qui puisse être comparé à du muscle, Faurot ne peut croire que ce mésoderme soit inerte, et admet que c'est grâce à sa contractilité que les Actinies peuvent modifier leur forme et se déplacer. A la base des cellules ectodermiques du Cérianthe, il observe de petits sphérules brun foncé qui seraient destinés à se transformer en nématocystes, sans qu'aucune cellule épithéliale ne les accompagne dans leur transformation. Les aconties, longs filaments attachés aux cloisons des Sagartiadées, et capables d'être rejetés au dehors par la bouche ou des pores spéciaux, ont surtout pour but d'augmenter la surface digestive des cloisons et ne sont pas utilisés uniquement comme arme défensive.

Au point de vue anatomique, les cloisons sont décrites quant à leur nombre et à leur développement avec beaucoup de détails. Chez les jeunes individus, il y a d'abord 8 cloisons (stade 8), puis 4 autres (stade 12), qui présentent ce caractère commun d'apparaître par *couples*, c'est-à-dire une à droite et une à gauche de l'animal, symétriquement par rapport au plan médian. Ensuite, il se forme un nombre variable d'autres cloisons, mais apparaissant toujours par *paires*, c'est-à-dire deux à côté l'une de l'autre, sauf probablement chez le Cérianthe. On avait cru jusqu'à présent que le stade 8 du développement des Actinies se conservait sans modification chez l'*Edwarsia* adulte; ce n'est pas tout à fait exact; il y a bien, en effet, 8 grandes cloisons munies d'organes génitaux, mais elles sont accompagnées par de très petites cloisons stériles, 8 ou même 12, remarquablement rudimentaires chez l'*Edwarsia Adenensis*.

Les Cérianthes présentent des caractères tellement spéciaux qu'il convient de les isoler des autres Actinies pour en former un groupe spécial : existence de deux couronnes de tentacules, l'une buccale, l'autre marginale; disposition spéciale des cloisons, arrangées par groupes de 4 de taille différente et alternant régulièrement, les 2 plus grandes possédant des organes génitaux, les 2 plus petites restant stériles; enfin les cloisons ne présentent pas les muscles longitudinaux saillants des autres Actinies. Il est probable que l'Actinie nageante, appelée *Arachnactis brachiolata*, n'est qu'un jeune Cérianthe.

A signaler aussi quelques observations biologiques intéressantes : les Actinies pivotantes sont capables de ramper lentement sur le sol par des mouvements de reptation, la bouche restant en arrière; quelques-unes, comme *Peachia*, *Halcampa* et *Ilyanthus*, peuvent même s'enfoncer verticalement dans le sable ou la vase. Toutes ces Actinies et les Cérianthes sécrètent soit du mucus, soit une gaine plus ou moins épaisse, qui protège leur colonne.

On sait que quelques Actinies vivent fixées à demeure sur les coquilles habitées par certains Pagures; c'est un simple commensalisme pour la *Sagartia parasitica* et les Pagures, une véritable symbiose pour *Adamsia palliata* et le *Pagurus Prideauxii*. Faurot a observé dans les deux cas qu'un Pagure, lorsqu'il a été séparé de ses Actinies, quitte son gîte pour une autre coquille pourvue de ces animaux; il sait même arracher les Actinies fixées qu'il rencontre par hasard, en les malaxant entre ses pinces et ses pattes marcheuses; lorsque l'Actinie est détachée, le Pagure l'enserre entre ses pattes et sa coquille, jusqu'à ce que le disque pédieux se soit fixé sur sa demeure. Tandis que la *Sagartia* peut vivre isolée, l'*Adamsia* ne peut subsister qu'associée à son Pagure; lorsqu'on l'en sépare, elle meurt infailliblement dans le courant du deuxième ou du troisième mois qui suit; on sait, d'ailleurs, qu'elle est déformée d'une manière toute spéciale, de façon à épouser complètement le contour de la coquille habitée par son symbiote.

L. Cuénot.

De Laplanche (M. C.), *de la Société Mycologique de France.* — **Dictionnaire iconographique des Champignons supérieurs d'Europe, Algérie et Tunisie.** — *1 vol. in-12 de 540 pages. Paul Klinsieck, éditeur. 52, rue des Ecoles. Paris.* 1895.

[1] Voyez la *Revue* du 15 novembre 1894, page 829.

4° Sciences médicales.

Flatau (Dr Edward). — **Atlas du cerveau humain et du trajet des fibres nerveuses,** *à l'usage des Médecins et Etudiants en Médecine, avec une Préface de M. le Pr* **Mendel.** — *1 vol. gr. in-4° avec 10 planches. (Prix : 22 francs.) Paris, Georges Carré; Berlin, S. Karger.* 1894.

Cet *Atlas* comprend sept planches de photographies de la surface et des coupes du cerveau humain, frais, non modifié par les liquides conservateurs, dont les détails et les dimensions représentent par conséquent le plus fidèlement la nature. Nous nous associons aux éloges que le Pr Mendel, dans le laboratoire duquel ces planches ont été faites, accorde en la *Préface* au travail de E. Flatau. On possédait déjà, en France comme en Allemagne, d'aussi magnifiques Atlas du cerveau humain. Le grand mérite de l'œuvre de Flatau, c'est qu'il s'y trouve un fort bon chapitre sur le trajet des fibres nerveuses dans le névraxe tout entier.

L'anatomie macroscopique n'a guère fait de progrès depuis longtemps ; au contraire, l'anatomie comparée, la physiologie expérimentale, et, par-dessus tout, la découverte des méthodes de coloration des éléments du système nerveux, de Golgi et d'Ehrlich, ont renouvelé, on le sait, toutes nos connaissances sur la structure et sur les connexions de ces éléments, les neurones. Le *Tableau schématique* qui rend sensible le trajet des fibres nerveuses, des voies sensitives, sensorielles et motrices, du système nerveux central, sera d'un grand secours pour ceux qui abordent cette vaste mer, la théorie des neurones, où tant d'îles et d'archipels merveilleux surgissent chaque jour de l'inconnu. L'étudiant, qui ne connaît l'anatomie fine que par les manuels classiques, où l'histologie du système nerveux est encore traitée à la manière de la paléontologie, se convaincra, en ouvrant ce livre, que la science est vraiment conquérante, qu'elle a découvert un monde nouveau de formes et de rapports, d'où est sortie une interprétation nouvelle des phénomènes les plus élevés de la vie, et que, pour la première fois, l'étude scientifique de la structure et des fonctions du cerveau et de la moelle épinière est devenue possible.

Ce chapitre préliminaire, assez étendu, sur les voies nerveuses du névraxe, en général très exact et très informé, comme il convient, renferme en outre quelques vues ingénieuses et fines semées au cours de l'exposition. C'est ainsi, par exemple, que l'auteur signale, dans les cellules des noyaux grêle et cunéiforme, l'analogue des cellules des cordons de la moelle épinière : les unes et les autres, en effet, reçoivent des excitations que, de la périphérie, leur transmettent les fibres des faisceaux postérieurs, en d'autres termes, la voie sensitive de premier ordre. Tout ce qui a trait à la constitution du faisceau sensitif, au ruban de Reil cortical médian, est fort bien conçu et suffisamment exact. La description des voies nerveuses de chacun des nerfs crâniens est devenue presque lumineuse à force de rigueur et de méthode. Le cervelet n'est pas moins bien étudié que le cerveau et la moelle, toujours quant au trajet des fibres nerveuses. Que l'auteur me permette pourtant d'appeler son attention sur le paragraphe consacré au trajet des fibres des nerfs acoustiques. Quoiqu'il connaisse fort bien les travaux de Flechsig, de Held et de Sala sur ce sujet (pourquoi n'avoir point même nommé Forel ?), il n'a point réussi, dans son texte surtout, à éclairer cette obscure province de la science, comme il a fait les territoires du nerf optique et du nerf olfactif. Jules Soury.

Hartelius (T. J.), *Professeur à l'Institut central de Gymnastique de Stockholm.* — **Traitement des maladies par la Gymnastique suédoise.** — *Traduction française par M.* **E. Fick** *et le Dr* **C. Vuillemin.** — *1 vol. in 8° de 360 pages avec 100 fig. (Prix : 6 fr.) Société d'Editions scientifiques, 4, rue Antoine-Dubois. Paris,* 1895.

Moussous (A.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Bordeaux.* — **Maladies congénitales du cœur.** — *1 vol. petit in-8° de 240 pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, dirigée par M. H. Léauté, de l'Institut (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs. Paris,* 1895.

Il est souvent malaisé de préciser le point de départ et la cause réelle d'une affection cardiaque. Ces dernières années, on s'est préoccupé à juste raison des malformations congénitales du cœur. Certaines d'entre elles se manifestent par des signes spéciaux ; d'autres, par des symptômes exactement semblables à ceux que produisent les cardiopathies acquises. Aussi la différenciation, le diagnostic rétrospectif de la cause sont-ils souvent difficiles à établir. M. Moussous a eu le mérite dans le présent volume de retenir l'attention sur les maladies congénitales du cœur, qui forment actuellement une des parties les plus intéressantes de la pathologie cardiaque.

Au début, M. Moussous expose les notions d'embryologie cardio-vasculaire nécessaires pour la compréhension des affections congénitales du cœur. L'anatomie des lésions prend une grande part de l'ouvrage. Citons aussi le chapitre destiné aux théories pathogéniques dont les principales sont la théorie de l'endocardite fœtale et celle des arrêts de développement. M. Moussous tend à admettre que l'endocardite est secondaire à la malformation, que celle-ci même « est un appel à l'endocardite ». L'auteur passe ensuite à l'étiologie et à l'étude symptomatique et clinique des diverses malformations cardiaques.

Dr A. Létienne.

Lortet, *Doyen de la Faculté de Médecine de Lyon, et* **Vialleton**, *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Etude sur le Bilharzia hæmatobia et la Bilharziose.** — *1 vol. in-8° de 120 pages avec 8 fig. et 8 planches hors texte, extrait des Annales de l'Université de Lyon. (Prix : 10 francs.) G. Masson, éditeur. Paris,* 1895.

La maladie due à la présence, dans la veine porte et ses branches, des intéressants Trématodes appelés Bilharzia, du nom de celui qui les a découverts en Egypte, a déjà été étudiée par plusieurs savants.

Le livre de M. Leuckar : « Die Parasiten des Menschen » en contient une excellente description due aux travaux de M. Loos à Alexandrie.

MM. Lortet et Vialleton reprennent et confirment les résultats des savants antérieurs; leur ouvrage constitue une excellente monographie accompagnée de très belles planches.

Les auteurs ont vainement essayé, par de nombreuses expériences, de se rendre compte du mode d'infection et des migrations du parasite; cette intéressante question reste donc encore pendante.

5° Sciences diverses.

Beauregard (Henri), *Assistant de la Chaire d'Anatomie comparée au Muséum.* — **Nos Bêtes. Animaux utiles et nuisibles.** — *Ouvrage paraissant en livraisons les 5 et 20 de chaque mois. Chaque livraison contenant 8 pages de texte et une planche en couleurs, est rendue séparément 90 centimes. A. Colin, éditeur, 5, rue de Mézières, Paris,* 1895.

Dans la 9e livraison, qui vient de paraître, commence l'étude des *Insectes*, et en particulier des insectes utiles à l'agriculture. Ce sont ceux dont le régime est carnassier : ils détruisent, en effet, beaucoup d'espèces nuisibles. A ce groupe appartiennent un grand nombre de Coléoptères : le *staphylin*, le *dytique*, genre aquatique ainsi que le *gyrin* ou *tourniquet*, les *carabes*, la *cicindèle*, les *bombardiers*, les *lampyres* ou *vers luisants* et les *coccinelles* ou *bêtes à bon Dieu*. Parmi les Orthoptères, la *mante religieuse* est l'objet d'une note spéciale.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 Juillet 1895.

M. **Cohn** est nommé Correspondant dans la Section de Botanique, en remplacement de feu M. de Saporta.

1° Sciences mathématiques. — M. **Paul Painlevé** démontre, dans le cas des liaisons simples assujettissant les solides, que lorsqu'on applique les lois ordinaires du frottement de glissement à l'étude du mouvement d'un système quelconque, on arrive à un résultat singulier : dès que le frottement devient un peu considérable, pour certaines conditions initiales les équations du mouvement définissent plusieurs mouvements possibles, au lieu qu'elles sont incompatibles pour les autres conditions initiales. Des singularités analogues se présentent quand on introduit, avec le frottement de glissement, le frottement de roulement et de pivotement. Les lois empiriques du frottement sont donc logiquement inadmissibles (même pour des vitesses et des pressions ordinaires), dès que le frottement devient assez notable. Il y aurait intérêt à en reprendre l'étude au point de vue expérimental. — M. **J. Boussinesq** explique la façon dont se régularise au loin, en s'y réduisant à une houle simple, toute agitation confuse, mais périodique des flots. La houle fondamentale jouit, comparée à ses harmoniques, d'une longévité qui lui assure sur elles une survivance presque infinie. Les calculs supposent seulement que les vagues sont assez peu aiguës à leur sommet ou d'une hauteur assez faible comparativement à leur longueur. — M. **Sarran** lit un rapport sur un mémoire de **Félix Lucas** intitulé : *Étude théorique sur l'élasticité des métaux.* La théorie indique qu'une lame étirée, ramenée au repos avec allongement permanent, conserve non seulement sa densité, mais aussi son coefficient d'élasticité primitifs ; l'expérience vérifie cette conclusion. En outre, de très grandes déformations n'altèrent pas sensiblement la densité et l'élasticité des métaux.

2° Sciences physiques. — MM. **Lœwy et Puiseux** insistent sur la valeur des clichés de la Lune amplifiés pour embrasser d'un coup d'œil des régions étendues et constater un certain nombre de faits difficiles à reconnaître sur les épreuves originales. Les accidents superficiels de la Lune comparés à ceux de la Terre présentent une moins grande variété de types : la forme circulaire y est constamment prédominante, tandis qu'à côté d'elles paraissent, en nombre relativement faible, de traits rectilignes, vallées, sillons ou traînées. En reconstituant l'histoire de notre satellite, MM. Lœwy et Puiseux parviennent à donner une explication de cet état de choses particulier à la Lune. — M. **Alexis de Tillo** établit que la loi de la distribution du magnétisme moyen à la surface du globe se réduit à une formule simple : c'est celle que donnerait un aimant situé au centre de la Terre dont l'axe coïnciderait avec l'axe de rotation du globe et dont la valeur H_0 serait égale à 0,328 dynes. Les valeurs observées s'accordent alors parfaitement avec les valeurs calculées. — M. **Lecoq de Boisbaudran** établit que les corps, comme le chlorhydrate d'ammoniaque, qui éprouvent une dilatation quand on les dissout dans l'eau à la température ordinaire, ne doivent pas être considérés comme présentant une anomalie, mais doivent simplement être rangés à l'extrémité supérieure d'une série continue dont l'extrémité inférieure serait occupée par les sels donnant les plus grandes contractions. Les changements de volume accompagnant les dissolutions dépendraient surtout : 1° de la dilatation qui résulterait de la fusion du sel sans décomposition et à la température de l'expérience ; 2° de la contraction provenant de la combinaison du sel avec le dissolvant, combinaison de plus en plus avancée à mesure qu'on dilue davantage ou qu'on abaisse la température. — M. **Pallas** adresse un travail intitulé : *Surpression dans les mines de houille.* — M. **P. Villard** expose un ensemble d'expériences sur les effets de mirage et les différences de densité qu'on observe dans les tubes de Natterer. L'auteur conclut que tous les phénomènes observés s'expliquent facilement par les différences de température qui se manifestent au moment du passage de l'état liquide à l'état gazeux, sans recourir aux nombreuses hypothèses faites à ce sujet. — M. **R. Swyngedauw** déduit d'expériences faites sur les potentiels explosifs statique et dynamique la conclusion suivante : Si les potentiels explosifs de deux excitateurs différents sont égaux dans la charge statique, ils restent égaux dans la charge dynamique. Ce résultat indépendant de la différence de forme des excitateurs rend probable le principe généralement admis que le potentiel explosif dynamique d'un excitateur est égal à son potentiel explosif statique. L'auteur a reconnu que la lumière ultraviolette abaisse les potentiels explosifs dynamiques dans des proportions beaucoup plus grandes que les potentiels explosifs statiques. — M. **E. Grimaux** a étudié l'action du chlorure du zinc sur la résorcine seule ; il se forme environ 1 °/o d'ombelliférone ou methoxycoumarine $C^9H^6O^3$ qui présente une fluorescence bleue dans les solutions aqueuses froides et surtout dans les solutions alcalines, et un autre composé $C^{24}H^{18}O^5$ qui résulte de l'union de quatre molécules de résorcine avec élimination de trois molécules d'eau, mais ne paraît pas rendre naissance par perte d'eau aux dépens des groupes OH de la résorcine. — MM. **A. Haller et A. Guyot** ont étudié la diphenylanthrone $C^{26}H^{18}O$, l'un des produits de la réaction du dichlorure d'orthophtalyle sur le benzène. La constitution de ce corps une fois établie, on doit attribuer au tétrachlorure de phtalyle, fondant à 88°, le schéma suivant qui en fait une molécule dissymétrique :

$$C^6H^4 \begin{cases} CCl \\ COCl \end{cases}$$

et qu'enfin le dichlorure de phtalyle renferme du tétrachlorure. — M. **A. Duboin** envoie deux mémoires portant pour titres : « Sur quelques méthodes de reproduction des fluorures doubles et des silicates doubles formés par la potasse avec les bases », et : « Analyse de la leucite et de la néphéline purement potassique. » — M. **A. de Gramont** a reconnu que l'étincelle condensée, jaillissant à la surface d'un composé salin quelconque, le dissocie en donnant un spectre de lignes ordinairement très vives où chaque corps, métal ou métalloïde, est représenté par les raies caractéristiques de son spectre individuel ; les raies de l'air sont alors très affaiblies en présence des éléments volatilisés. Sans condensateur et avec la bobine seule, au contraire, on a dans le cas des sels, des spectres complexes caractéristiques de l'espèce chimique et du vraisemblablement à la molécule non dissociée. Ils varient alors d'une combinaison à l'autre. — M. **Arctowski** s'est efforcé de poursuivre les déterminations de solubilité dans le sulfure de carbone jusqu'à des températures très basses en opérant sur des matières organiques. La solubilité n'est pas nulle au point de congélation du dissolvant ; en outre les lignes de solubilité des différents corps ne tendent pas vers un même point qui aurait pu correspondre à un abaisse-

ment du point de congélation. Le point de fusion du dissolvant n'est pas un point essentiel de la courbe de solubilité, car celle-ci doit se poursuivre bien au delà de ce point. — M. A. Besson a constaté que l'oxygène sec et pur agissant en présence du soleil sur C^2Cl^4 donne les mêmes produits que l'oxygène ozonisé, c'est-à dire le chlorure de trichloracétyle CCl^3COCl et comme produit accessoire $COCl^2$. Le trichlorure, le tribromure et les iodures de phosphore, absorbent aussi peu à peu l'oxygène en présence de la lumière solaire. — M. V. Thomas a étudié l'action de l'oxyde nitrique sur quelques chlorures métalliques. Le chlorure ferreux donne un corps rouge $5Fe^2Cl^4.AzO$ et un corps jaune brun $Fe^2Cl^4.AzO$; les chlorures de bismuth et d'antimoine fournissent des composés jaunes $BiCl^3AzO$ et Al^2Cl^6AzO. — M. A. Brochet a examiné l'action des halogènes sur l'alcool méthylique pur. Le chlore donne naissance à l'oxyde de méthyle dichloré symétrique, à de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique; l'action du brome est négligeable; l'iode transforme rapidement de grandes quantités d'alcool méthylique en oxyde de méthyle. — M. Georges Darzens expose une nouvelle théorie des perceptions lumineuses en accord avec les récents progrès de l'optique et de la physiologie. Un rayon lumineux, après avoir traversé les différentes couches de la rétine, atteint normalement la couche pigmentaire de cette membrane; là il se réfléchit et vient interférer avec le rayon incident. Il doit y avoir en avant de la couche pigmentaire un système d'ondes stationnaires distantes de $\frac{\lambda}{2}$ comme dans les expériences de Wiener et Lippmann. Les faits ne contredisent pas cette théorie. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. Chauveau interprète les résultats fournis par la comparaison de l'énergie mise en œuvre par les muscles dans les cas de travail positif et de travail négatif correspondant. On est forcé d'admettre que le travail négatif réclame l'emploi de moins d'énergie que le travail positif, parce que l'effort musculaire qu'exige celui-ci est plus considérable. — M. Kowalewsky signale une nouvelle glande lymphatique chez le scorpion d'Europe. Elle forme deux troncs symétriques situés entre la glande lymphatique de Blanchard et les conduits des glandes génitales. Cette nouvelle glande a des propriétés phagocytaires et avait été prise par Muller en 1828 pour une glande salivaire. — M. d'Hubert signale la présence et le rôle de l'amidon dans le sac embryonnaire des Cactées et des Mésembryanthémées. L'amidon joue un rôle capital de nutrition et conserve au sac embryonnaire l'état qui caractérise le sac mûr et apte à être fécondé. — M. L. Bertrand poursuit ses recherches sur la tectonique de la partie nord-ouest du département des Alpes-Maritimes. — MM. L. Roule et J. Regnault décrivent un maxillaire inférieur humain trouvé dans une grotte des Pyrénées. — M. Thézard adresse une note relative à la fertilisation du sol dans les promenades et plantations de Paris. — M. Diard adresse une note relative à la conservation des viandes. J. Martin.

Séance du 15 Juillet 1895.

Sir William Flower est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie en remplacement de M. van Beneden. — M. Sabatier est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie en remplacement de M. Dana. — M. Ramsay est élu Correspondant en remplacement de M. Frankland pour la Section de Chimie. — M. Darboux dépose sur le bureau le discours prononcé par M. J. Bosscha à la célébration du deux centième anniversaire de la mort d'Huygens.

1° Sciences mathématiques. — M. P.-E. Touche déduit de l'équation d'une trajectoire fluide celle de la courbe orthogonale aux trajectoires, dans le cas d'un fluide symétrique autour d'un axe, et n'ayant pas de rotation autour de cet axe, à supposer que le mouvement soit permanent, la densité constante, et que l'on néglige les forces extérieures. — M. Fr. Lesska adresse une note écrite en langue allemande sur diverses questions de calcul intégral.

2° Sciences physiques. — M. d'Arsonval a effectué des recherches sur la décharge électrique de la torpille. La contraction musculaire et la décharge de l'organe électrique s'éclairent l'un par l'autre et semblent reconnaître la même cause. La décharge de l'organe électrique n'est que l'exagération de l'oscillation électrique constatée dans le muscle lors de sa contraction. La décharge n'est pas continue; elle se compose de six à dix décharges successives qui s'additionnent au début en se suivant à environ $\frac{1}{100}$ de seconde. L'intensité atteint son maximum, en général, après la troisième décharge partielle et va ensuite en diminuant graduellement jusqu'à zéro. Le courant va toujours dans le même sens, de façon que le dos de l'animal est toujours positif, et le ventre toujours négatif. — M. Marey, à propos de la note précédente, fait remarquer qu'il est possible d'espérer que la production d'énergie mécanique et celle d'énergie électrique s'éclaireront l'une par l'autre, car il semble y avoir identité de phase dans les deux phénomènes. — M. Duez donne une démonstration simple des formules qui établissent l'anologie entre les moteurs à courant continu et les moteurs à courants polyphasés. L'expression du couple moteur est égale à $W = N_2I_2\Phi$ dans les deux cas, tandis qu'on peut écrire par les moteurs à courants polyphasés : $N_2\omega_1\Phi = I_2R_2 + N_2\omega_2\Phi$. Tout se passe donc comme si l'on avait affaire à un moteur à courant continu, dont la différence de potentiel aux bornes serait $N_2\omega_2\Phi I$. Cette dernière forme est absolument analogue à celle employée par les courants continus. — MM. Liveing et Dewar ont recherché si les bandes diffuses d'absorption se développent aussi bien quand la densité de l'oxygène est produite par l'abaissement de température sous la pression atmosphérique, que quand le gaz est comprimé à des températures plus élevées. L'intensité des bandes est beaucoup plus développée par $0,4^{cm}$ d'oxygène liquide que par une épaisseur cinq fois plus grande d'air liquide; la loi de Jamsen paraît s'appliquer encore dans le cas de l'oxygène liquide. — M. H. Rigollot a étudié l'action des rayons infra-rouges sur le sulfure d'argent et recherché si la sensibilité du sulfure aux radiations était une action thermoélectrique ou tenait à toute autre cause. Deux lames d'argent sulfuré plongeant dans une solution saline forment un actinomètre électrochimique quand on éclaire par les radiations infra-rouges l'une des lames; la lame éclairée est toujours négative par rapport à l'autre, quelle que soit la solution employée. Ces phénomènes paraissent manifestement distincts des phénomènes thermoélectriques. — M. Adolphe Carnot donne la description d'un gisement de phosphates d'alumine et de potasse trouvé en Algérie, et l'analyse des produits qu'on y rencontre. L'étude chimique de ces produits, leurs dispositions relatives, permettent d'établir une assez grande analogie entre le gisement oranais et celui découvert par MM. Armand et Gaston Gautier, et paraissent de nature à apporter une confirmation à la théorie de M. Gautier. Il suffit d'admettre l'existence d'infiltration d'eaux qui auraient amené les produits de la décomposition des matières organiques et de la dissolution des matières minérales de la surface pour expliquer tous les faits observés. — M. G. Bertrand a utilisé, pour mettre en évidence la laccase, l'action oxydante qu'elle exerce sur le laccol, l'hydroquinone, le pyrogallol et la coloration bleue qu'elle donne à la résine de gayac. L'auteur a pu reconnaître, soit en isolant la laccase, soit par les réactions colorées, que cette diatase est si répandue qu'elle existe vraisemblablement chez tous les végétaux; toutefois, ce sont, en général, les organes en voie de développement rapide qui sont les seuls riches en laccase. — MM. Barbier et Bouveault ont soumis à un examen chimique très complet une quantité importante d'essence de sinalose; ils y ont reconnu

90 pour 100 de licaréol, 2 pour 100 de licarhodol, de petites quantités de terpènes diatomique et tétratomique, et des traces de méthylhepténone. Une faible partie du licaréol existe dans le mélange à l'état d'éther acétique, une trace à l'état d'éther d'acides supérieurs. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **P. Teissier** a constaté, chez un homme atteint de fièvres intermittentes à la suite d'un séjour à la Guyane, la présence de nombreux embryons de vers trématodes dans le sang et celle d'anguillules stercorales dans les matières fécales. Il est probable que la fièvre a été déterminée par la présence de ces embryons dans le sang. — M. **J. Chatin** a observé dans la sclérotique du *Gecko* une forme nette de passage entre le tissu cartilagineux et le tissu osseux. — MM. **L. Boutan** et **E. Racovitza** ont pratiqué à Banyuls-sur-Mer des pêches pélagiques à différentes profondeurs. Ils établissent l'existence de deux formes de Plankton : un Plankton côtier et un Plankton de haute mer. — A ce propos, M. **de Lacaze-Duthiers** rappelle les observations déjà faites au Laboratoire de Banyuls-sur-Mer et les importants résultats qui y ont été obtenus. — MM. **G. Poirault** et **M. Raciborski** ont trouvé que la karyokinèse des Urédinés est typiquement celle des plantes supérieures. J. MARTIN.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Juillet 1895.

M. **Azam** (de Bordeaux) est élu Associé national. — MM. **Bergeron** et **Laborde** apportent de nouvelles contributions à la question de la prophylaxie de l'alcoolisme. — M. **Ch. Abadie** cite un cas de désorganisation du corps vitré, ayant produit la cécité pendant dix-huit mois; on pratiqua une ponction du corps vitré avec électrolyse et la vision fut rétablie. — M. le Dr **Mourier** (de Tours) lit un mémoire sur quatre cas d'actinomycose.

Séance du 23 Juillet 1895.

L'Académie procède à l'élection de deux Correspondants étrangers dans la première division (médecine). MM. **Perroncito** (de Turin) et **Adamkiewicz** (de Vienne) sont élus. — M. **Worms**, dans ses études cliniques sur le diabète, est arrivé aux conclusions suivantes : 1° Le diabète à évolution lente est très commun. Il existe 10 % de diabétiques de cette catégorie dans le milieu social intellectuel. 2° Les formes graves et organiques sont rares chez les adultes qui se soignent à temps. 3° Le traitement réussit mieux chez les diabétiques qui ne sont pas inquiets sur leur état; toute préoccupation aggrave leur situation. — MM. **Lalesque** et **Rivière** ont trouvé que des mesures de nettoyage et de désinfection bien comprises (désinfection des tissus à l'étuve et lavage des meubles et parois à l'eau bouillante et à la solution de sublimé), pratiquées dans des locaux occupés par des phtisiques pulmonaires, sont parfaitement efficaces et suffisent à prévenir la contagion de la tuberculose par inhalation des poussières. — M. **Magnan**, par une magistrale étude des asiles d'alcooliques à l'Etranger, montre la nécessité de créer en France des établissements similaires spéciaux, seuls capables d'amender et de guérir les victimes de l'alcool. — M. **Laborde** termine son étude sur l'action dangereuse qu'exercent les impuretés contenues dans les alcools livrés à la consommation.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 Juillet 1895.

M. **Charrin** a établi l'action différente des toxines sur l'organisme suivant la voie de pénétration. L'introduction directe dans la circulation a une action beaucoup plus toxique que l'introduction par la voie digestive. — M. **Trouillet** expose ses recherches sur la grippe et le micro-organisme de cette affection. — M. **Luys** décrit un faisceau de fibres cérébrales descendantes, allant se perdre dans les corps olivaires. — MM. **Bourquelot** et **Gley** ont trouvé que la transformation du tréhalose en glucose a lieu dans la partie moyenne de l'intestin grêle, mais seulement quand l'animal est en pleine digestion. — M. **Debierre** envoie une note sur l'innervation des muscles de la face. — M. **Guinard** a mesuré la pression artérielle chez les animaux morphinisés.

Séance du 20 Juillet 1895.

M. **Luys** donne quelques renseignements sur la méthode du clivage et du moulage appliquée à l'étude du système nerveux. — M. **Rénon** a essayé d'immuniser les animaux contre l'affection tuberculeuse due à l'*Aspergillus fumigatus* par l'injection de toxines, sérums et spores plus ou moins modifiées; mais les résultats ont été presque tous négatifs. — M. **Contejean** communique ses recherches sur les phénomènes qui se produisent dans un muscle privé, par section, de ses nerfs sensitifs. — MM. **Lévi** et **Hanot** ont appliqué la méthode de Golgi-Cajal à l'étude du foie de l'homme. — MM. **Bourquelot** et **Bertrand** ont constaté, dans beaucoup de champignons, la présence d'un ferment oxydant qui produirait le changement de couleur qu'on observe quand on les coupe. — M. **Guinard** envoie une note sur les modifications de la vitesse du courant sanguin chez les animaux morphinisés. — M. **Féré** communique ses recherches sur la dissociation du mouvement des doigts.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Juin 1895.

Les cristaux dichroïques, tels que la tourmaline, absorbent inégalement les deux rayons, ordinaire et extraordinaire, qui se propagent avec des vitesses différentes. Dans les corps doués du pouvoir rotatoire, on considère de même, depuis Fresnel, deux rayons circulaires, droit et gauche, doués de vitesses différentes. M. **Cotton** s'est demandé s'il n'y aurait pas de corps colorés actifs absorbant inégalement ces deux rayons circulaires. Il a effectivement trouvé, parmi les tartrates doubles sur lesquels on ne possédait encore aucun nombre, des dissolutions possédant cette propriété. Tel est le tartrate double de cuivre et de potassium, qui absorbe le jaune du spectre. On produit un champ divisé en deux régions polarisées circulairement en sens contraire, et on interpose la dissolution. En lumière monochromatique, on voit une différence d'intensité entre les deux plages; en lumière blanche, une différence de coloration. Cette différence est bien due à une absorption, car, en interposant une lame demi-onde, qui intervertit le sens de la polarisation circulaire, les intensités et les colorations s'intervertissent aussi. Si on découvrait une substance possédant cette propriété à un haut degré, elle pourrait servir à former un polariseur circulaire ne laissant passer que l'une des deux vibrations. L'inégalité d'absorption des deux rayons a été mesurée en faisant traverser le liquide par de la lumière polarisée rectilignement. Les deux rayons, inégalement absorbés, donnent lieu à deux vibrations circulaires avec des intensités inégales qui, par leur interférence donnent une vibration elliptique. Il suffit alors d'avoir à sa disposition un procédé assez sensible pour mettre en évidence des ellipses très allongées. L'auteur peut déceler des ellipses dont le rapport des axes n'est que de 10'. L'auteur a recours aux franges de Fizeau et Foucault, mais il ne pouvait employer ici le procédé de M. Macé de Lépinay. On obtient plus de sensibilité en prenant une lame de quartz divisée en deux parties dont les axes sont à angle droit. Les deux parties de la frange se déplacent alors en sens contraire. On peut alors élargir la fente du spectroscope. Il y a avantage, au point de vue de la sensibilité du déplacement, à prendre des lames très minces de façon à n'avoir dans le champ qu'une ou deux franges. Cette méthode permet encore, en se servant d'un quart d'onde, de mesurer

le pouvoir rotatoire. On mesure donc à la fois l'ellipticité, c'est-à-dire l'inégalité d'absorption, et le pouvoir rotatoire. Enfin, M. Cotton a constaté un fait général pour tous les corps inégalement absorbants. Tous présentent une dispersion rotatoire anomale. En terminant l'auteur projette des photographies de franges de Fizeau et Foucault coupées en deux et très nettes. — M. Cornu insiste sur le grand intérêt de ces expériences. Lui-même a déjà montré, il y a quelques années, la réalité de la décomposition de Fresnel en deux vibrations circulaires. Les expériences de M. Cotton le montrent d'une façon plus évidente encore, et fournissent une démonstration décisive. — M. B. Brunhes a poursuivi ses recherches sur la réflexion interne dans les cristaux en les étendant au cas des corps doués du pouvoir rotatoire. Il rappelle un de ses résultats antérieurs. Etant donné un premier rayon incident qui donne par réflexion deux rayons réfléchis, on sait qu'il existe un second rayon incident, appelé le conjugué du premier, qui donne les deux mêmes rayons réfléchis. Dans le cas de la réflexion partielle, il ne s'introduit pas de différence de phase entre les deux rayons réfléchis. Mais, dans le cas de la réflexion totale ou métallique, il y a une différence de phase variable. Entre les deux rayons incidents, la différence de phase est la même qu'entre les deux rayons réfléchis. M. Brunhes a étudié ce phénomène dans le cas des corps doués à la fois de la double réfraction et du pouvoir rotatoire. Il a d'abord apporté un perfectionnement à son prisme à liquide en donnant un léger mouvement à la lame cristalline à l'intérieur de laquelle se produit la réflexion. Il peut ainsi amener la section principale exactement dans le plan d'incidence. Il compare la réflexion sur l'alcool, qui est partielle, et la réflexion sur l'air, qui est totale, et par suite donne lieu à une différence de phase. Les deux conjugués, dans le cas d'un milieu biréfringent et actif, ne seront plus deux rayons rectilignes polarisés sensiblement à angle droit : ce seront deux elliptiques transmettant des vibrations conjuguées. Dans le cas des rayons propagés suivant l'axe du quartz, ce seront deux circulaires, l'un droit, l'autre gauche. Dans les deux cas de l'alcool et de l'air, c'est-à-dire même dans le cas de la réflexion totale, la différence de phase ne varie pas quand on passe d'un rayon incident au rayon conjugué. M. Brunhes en a obtenu une vérification plus précise dans le cas du quartz au moyen du spectre cannelé. Ce spectre était fourni par un faisceau incident dirigé suivant l'axe. Les deux incidents conjugués sont alors les deux rayons circulaires droit et gauche. Les bandes ne se déplacent pas dans le spectre quand on passe du circulaire droit au circulaire gauche. Pour plus de précision, l'auteur opérait avec une seule bande dans toute l'étendue du spectre. M. Brunhes avait déjà démontré cette propriété générale dans le cas des cristaux biréfringents en se servant de la formule de Mac-Cullagh sous la forme que lui a donnée M. Potier. On peut encore la démontrer approximativement dans le cas général, en s'appuyant sur ce que la réflexion totale ne polarise pas la lumière. — M. Bouty présente à la Société quelques expériences nouvelles relatives aux curieuses propriétés des flammes sensibles. Ces flammes se produisent toujours quand le gaz a une pression de 6 à 7^{cm} d'eau et s'échappe par une ouverture circulaire de 1 à 2 ‰. On sait que ces flammes, longues de 40 à 50^{cm}, ont la propriété de s'agiter, de se former en panache à la partie supérieure sous l'influence d'un bruit aigu, un sifflement, un bruit de clefs, produit même à une grande distance. On peut remarquer que, dans cette nouvelle forme, le débit ne change pas, et la partie inférieure sur une hauteur de 5^{cm} reste parfaitement tranquille. M. Bouty signale des moyens variés de provoquer le panache. On peut augmenter la pression, disposer un ajutage, insuffler de petites quantités d'air dans la base de la flamme, comme dans la lampe d'émailleur. Inversement une flamme sensible excitée par un procédé quelconque peut servir de lampe d'émailleur. Il suffit par exemple de siffler. La flamme est peu sensible aux sons graves. La forme et les dimensions du tube abducteur sont sans importance. Puis la flamme répond aussi bien à un son quand on en supprime la partie supérieure par une toile métallique. Quel que soit le mode d'excitation, on peut constater au miroir tournant que la partie supérieure est discontinue. On peut, par un tube, aller puiser du gaz dans la région centrale de la flamme, et allumer ainsi à distance une autre petite flamme. Lorsque la prise a lieu à la partie inférieure, la petite flamme reste tranquille, mais il n'en est plus de même à mesure qu'on élève la prise. Après cet examen des principales propriétés d'une flamme sensible, M. Bouty s'est demandé si elle ne constitue pas un résonateur. Elle ne peut être assimilée à un résonateur déterminé, car un résonateur ne répond que pour certains sons particuliers et non pour les sons voisins. La comparaison avec les flammes alimentées par un tuyau à anche confirme cette opinion. Deux flammes, de dimensions très différentes, montées sur le même tuyau, répondent également bien. M. Bouty a pu réaliser d'autres flammes qui constituent réellement des résonateurs. Elles sont données par des tubes à ampoules ou des tubes recourbés un certain nombre de fois. On perçoit plus nettement le son rendu par la flamme en y introduisant une toile métallique. La base de la flamme vers le milieu de l'espace obscur présente un ventre de vibration, mais près de l'orifice on ne rencontre rien. Certains tubes rendent plusieurs harmoniques ; on semble reconnaître dans la flamme plusieurs concamérations, mais les phénomènes sont compliqués. Il y a, en particulier, la température qui augmente la vitesse du son. Certains jets de gaz non allumés chantent d'eux-mêmes. Comme interprétation, au moins provisoire, M. Bouty admet que c'est la combustion qui joue un rôle prédominant. Dans une grande flamme, il peut y avoir des parcelles de mélange inflammable qui échappent d'abord à la combustion, et ne s'enflamment que plus haut. Puis un mélange explosif, qui présente un retard à l'inflammation, ne s'enflamme-t-il pas plus facilement si on lui donne le son correspondant à son bruit explosif? Avec ces deux hypothèses, toutes les circonstances observées peuvent s'expliquer. Le fait que les flammes sont toujours sensibles au-dessus d'une note déterminée s'explique par l'observation suivante : des volumes décroissants d'un même mélange détonant font explosion en rendant un bruit de plus en plus aigu. Dans une flamme, il doit y avoir constamment des détonations prêtes de toutes les dimensions, et une flamme doit probablement rendre le son avec lequel on l'excite, et en outre beaucoup d'autres sont plus élevés. Cette explication ingénieuse soulève cependant quelques objections. Il y a des tubes à ampoules qui donnent une flamme en panache pour des sons très aigus particuliers. Cette expérience est importante : il doit y avoir la superposition de deux phénomènes. D'autres causes agissent sans doute ; cependant l'hypothèse d'une ceinture de petits détonateurs doit jouer un rôle prépondérant. — Les recherches de M. Moïssan sur la préparation de l'acétylène par le carbure de calcium ayant ramené l'attention sur ce gaz, M. Violle a fait des mesures photométriques sur la flamme de l'acétylène. Elle paraît susceptible de fournir un étalon photométrique pratique. Avec un brûleur convenable on obtient une flamme très blanche, d'une grande fixité, et présentant une région étendue d'un éclat uniforme, en tout comparable à l'étalon absolu et très propre aux mesures usuelles.

Edgard Haudié.

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS

Séance du 13 Juillet 1895.

M. Bioche : Représentation sur le plan de la surface du troisième ordre à 4 points doubles, d'après une définition géométrique de la surface. — M. Bouvier fait une communication sur les Lithodinés des genres *Dermaturie* et *Hapalogaster* et montrent que chacun de ces genres correspond à un mode d'adaptation différent.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES NATURELLES

Th. R. Fraser, M. D. F. R. S., *Professeur de Matière médicale à l'Université d'Edimbourg*, et **Joseph Tillie**, M. D. F. R. E., *Chargé d'un cours de Pharmacologie expérimentale à l'Université d'Edimbourg*. — **L'Acokanthera Schimperi, histoire naturelle, chimie et pharmacologie** — Les auteurs ont réussi à établir que le poison de flèche dont se servent les Wa-Nyika et autres tribus de l'Afrique orientale provient du bois de l'*Acokanthera Schimperi*. Ce poison de flèche contient un glucoside cristallisé actif qui est identique au principe actif que les auteurs ont directement extrait du bois de l'*Acokanthera Schimperi*. Il cristallise dans l'eau en forme de tablettes quadrangulaires, incolores et transparentes, et dans l'alcool en aiguilles minces et incolores qui se groupent d'ordinaire en touffes et en rosettes. A la température de 13 à 15° C., il est soluble dans la proportion de 0,33 °/₀ dans l'eau distillée, et de 2,4 °/₀ dans l'alcool dilué. Aux températures plus élevées, il se dissout en beaucoup plus larges proportions dans l'eau et dans l'alcool. Il est entièrement insoluble dans l'éther éthylique et dans le chloroforme. Une solution saturée dans l'eau froide est insipide et de réaction neutre. L'acide sulfurique fort produit une coloration rouge, et ensuite une coloration verte. Le point de fusion est à environ 130° C. Traité par l'acide sulfurique dilué, il donne la réaction d'un glucoside. Des combustions concordantes faites pour les auteurs par le Dr Dobbin, du Laboratoire de l'Université, montrent que, séché à 100° C., il contient C. 58,46 °/₀ ; H, 7,71 °/₀ ; ce qui correspond à la formule $C^{30} H^{48} O^{13}$. Les auteurs résument les recherches faites sur des glucosides provenant d'autres espèces d'Acokanthera en 1882 par MM. Rochebraune et Arnaud, en 1888 par M. Arnaud, en 1893 par Lewin et par Merck. Le principe désigné sous le nom de Ouabaïne et isolé par Arnaud présente des caractères très semblables à celui du glucoside cristallisé préparé par les auteurs. Les auteurs proposent de substituer au nom de Ouabaïne celui d'Acokantherine ; ils résument les plus importantes observations générales faites par les divers physiologistes qui ont étudié l'action pharmacologique de ces poisons de flèche dont l'origine botanique n'était point alors déterminée. Les travaux d'Arnott et Haines en 1853, Ringer (1880), Rochebraune et Arnaud (1881), Laborde (1887), Langlois et Varigny, Gley et Rondeau, Gley (1888), Seiler (1891), Paschkis (1892) et Lewin sont passés en revue. Le groupe des poisons de flèche qui doit son activité à des extraits de plantes du genre *Acokanthera* possède une action identique à celle du *Strophantus*, mais quelques-uns des auteurs cités signalent une action plus intense sur les centres cardio-respiratoires du bulbe et d'autres une action plus intense exercée directement sur le cœur. L'étude pharmacologique minutieuse de l'acokanthérine n'a pas permis d'établir de différence importante entre son action et celle de la strophantine. De petites doses soigneusement réglées déterminent un grand ralentissement du cœur, même lorsque le pneumo-gastrique est coupé ou quand l'animal est atropinisé ; et les mouvements diastoliques et systoliques du cœur peuvent subir un grand accroissement sans que la pression sanguine moyenne subisse aucun changement. Toute élévation de pression qui suit l'administration de ces doses faibles s'accompagne d'un si grand ralentissement et d'une telle augmentation d'intensité des pulsations, que l'on ne peut guère songer à une constriction des vaisseaux. Aussi l'élévation de la pression sanguine doit-elle être attribuée à l'accroissement de l'amplitude et de l'énergie des mouvements du cœur et à la plus grande quantité de sang chassée dans les artères. Les hautes doses produisent une élévation de la pression sanguine qui est due probablement à une action exercée sur les centres vaso-moteurs ou les ganglions périphériques et non sur les muscles des vaissaux. L'action prédominante de l'acokanthérine s'exerce sur les muscles striés, et en raison de cette action, et peut-être d'une action sur les ganglions propres du cœur, cette substance a surtout un effet énergique sur le cœur, tandis que l'influence qu'elle exerce sur les centres cardio-respiratoires du bulbe est relativement faible.

Fr. W. Mott et **C. S. Sherrington**, F. R. S. — **Expériences sur l'influence des nerfs sensitifs sur le mouvement et la nutrition des membres.** — Dans une série d'expériences faites sur les singes et en particulier sur le *Macacus Rhesus*, les auteurs ont étudié l'action de la section de toutes les racines sensitives qui innervent un membre sur les mouvements et la nutrition de ce membre. Les expériences ont porté sur le membre supérieur et les membres inférieurs, mais les résultats ont été plus nets dans ce second cas. — I. *Effets sur le mouvement.* — Par toute la série des racines sensitives qui appartiennent à un membre, les auteurs entendent, pour la région brachiale, la série des racines qui vont de la quatrième cervicale à la quatrième thoracique inclusivement ; pour la région lombaire, celles qui vont de la seconde à la dixième post-thoracique. Dès que la section a été effectuée, et aussi longtemps que dans la vie de l'animal, les mouvements de la main et du pied sont abolis, ceux du coude et du genou, de l'épaule et de la hanche sont beaucoup moins troublés. Le membre antérieur est à demi fléchi au coude, le membre postérieur fléchit à la hanche et au genou. L'animal ne peut se servir du membre dont la sensibilité est abolie, ni pour courir, ni pour grimper, ni pour saisir sa nourriture. Quand les animaux survivent plusieurs mois, il peut se produire des rétractions fibro-musculaires qui s'opposent à l'extension du membre. Cette impotence motrice qui croît régulièrement de la racine du membre à son extrémité libre, ressemble beaucoup aux troubles de la motilité que détermine l'ablation du territoire cortical qui préside aux mouvements du membre ; mais chez le singe, la paralysie est dans le premier cas plus complète encore. Les auteurs ont pu constater cependant que des mouvements rapides et assez forts, de la main même et du pied, peuvent être accomplis par l'animal avec le membre dont la sensibilité est abolie, si on peut l'amener à « lutter », à se débattre. Cependant, même en ce cas, les mouvements de flexion des doigts sont rares. Les mouvements d'ensemble du membre (*Mitbewegungen*) sont donc beaucoup moins lésés que les mouvements indépendants et plus délicatement ajustés, qui mettent en usage les masses musculaires plus petites et plus individualisées de la main et du pied. L'interprétation donnée par les auteurs de ces phénomènes, c'est que les volitions qui se rapportent aux mouvements du membre ont été rendues impossibles à l'animal par la perte localisée de toutes les formes de sensibilité. La section de toutes les racines sensitives qui innervent un membre ne diminue pas et semble au contraire accroître légèrement l'excitabilité du territoire cortical correspondant. Cette excitabilité a été éprouvée à la fois par les excitations électriques et par les injections intra-veineuses d'absinthe destinées à produire l'épilepsie. Ces observations montrent la profonde différence qui existe entre la production des mouvements les plus délicats des membres sous l'action dans un cas de l'influx volontaire et dans l'autre de l'excitation expérimentale de l'écorce. Les expériences des auteurs semblent établir que non seulement l'écorce, mais tout le tractus sensitif depuis la périphérie jusqu'à l'écorce cérébrale est en activité lors du mouvement volontaire. — *Effet de la section d'une seule racine sensitive.* — Lorsqu'on sectionne une seule des racines sensitives qui innervent un membre, les mouvements ne semblent en être en aucune manière troublés. Ce fait tient sans doute au chevauchement des aires d'innervation cutanée les unes sur les autres, mais même lorsque la sec-

tion d'une racine, celle par exemple des septième, huitième ou neuvième post-thoraciques, ou de la septième et huitième cervicales, ou de la première et deuxième thoraciques, détermine l'apparition de zones d'anesthésie complète, les troubles moteurs du membre demeurent comparativement faibles. Si cependant les racines sectionnées sont celles qui innervent l'extrémité du membre, c'est-à-dire la main ou le pied, les troubles du mouvement sont presque aussi grands que lorsque toutes les racines sont sectionnées. En revanche, si ces racines demeurent seules intactes, les mouvements s'accomplissent presque comme si elles avaient toutes conservé leur intégrité. On peut se demander quelle part incombe au sens musculaire dans les résultats observés. Les fibres nerveuses afférentes provenant des muscles passent, dans tous les cas où on les a étudiées, par les racines sensitives qui correspondent aux racines motrices innervant le muscle. Il est donc possible, pour le pied et la main, de sectionner les racines sensitives qui innervent les muscles en laissant relativement intactes les fibres sensitives qui viennent de la peau, des articulations, etc. — II. *Effets sur la nutrition.* — Aucun trouble trophique de la peau ne résulte de la section des racines sensitives; les muscles subissent un certain degré d'atrophie, mais ne changent pas de couleur et continuent à répondre aisément à l'excitation des nerfs moteurs. Après la mort, les contractions musculaires produites par l'excitation des nerfs moteurs persistent plus longtemps en certain cas que du côté sain; la rigidité cadavérique met aussi plus de temps à apparaître.

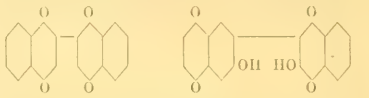
E. Frankland, F. R. S. — **Sur les conditions qui agissent sur la vie des Bactéries dans les eaux de la Tamise.** — Des observations, systématiquement poursuivies depuis mai 1892, ont permis à M. Frankland d'établir que le nombre des microbes, dans les eaux de la Tamise, dépend du débit du fleuve en un temps donné ou, en d'autres termes, de la quantité de pluie, et très secondairement, si même elle en dépend du tout, des variations de la température et de l'insolation.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 6 Juin 1895.

MM. **J. H. Gladstone F. R. S.** et **Walter Hibbert** ont repris l'étude de la réfraction moléculaire des sels et des acides en solution aqueuse. Voici leurs conclusions : lorsqu'un sel ou un acide sont dissous dans l'eau, la loi de la permanence de l'énergie de réfraction spécifique doit être considérée comme exacte; mais, dans beaucoup de cas, plusieurs causes apportent quelques dérogations à cette loi. Ces écarts se présentent surtout au moment où le composé solide ou liquide commence à se dissoudre. Dans beaucoup de cas, il se produit un changement dans le pouvoir de réfraction, changement qui s'accentue jusqu'à un certain point, à mesure qu'on augmente le degré de dilution. Les causes de ces changements, dans le pouvoir de réfraction, ne sont pas encore connues; toutefois il est probable que, sous l'influence de l'eau, il se produit graduellement une modification dans l'arrangement des atomes ou molécules qui constituent le sel ou l'acide. Il doit de plus y avoir une relation entre la grandeur de l'énergie spécifique de réfraction des sels eux-mêmes. — M. **S. U. Pickering F. R. S.** publie les travaux comparatifs qu'il a faits sur les propriétés physiques de l'acide acétique et de ses dérivés chlorés et bromés. Ses recherches portent principalement sur le point d'ébullition de ces corps en solution dans l'eau et sur leur chaleur de fusion et de solidification. — M. **F. D. Chattaway** a obtenu le $\beta\beta$ dinaphtyle en faisant réagir le sodium sur le β chloronaphtalène en solution dans du xylène bouillant en présence d'une petite quantité d'acétate d'éthyle. On peut préparer également ce corps par l'action de la poudre de zinc sur le sulfate de β diazonaphtaline en solution dans l'alcool. En dissolvant ce corps dans l'acide acétique glacial, puis l'oxydant au moyen de l'acide chromique, l'auteur a pu préparer deux quinones. La première de ces quinones est la β naphtylnaphtoquinone; elle peut être représentée par la formule suivante :

La deuxième quinone, qui s'obtient par l'action prolongée de l'acide chromique sur le $\beta\beta$ dinaphtyle, est la $\beta\beta$ di-α-naphtoquinone; elle a pour formule :



M. **Georges Young**, en évaporant à siccité des solutions alcooliques de benzaldéhyde et de phénylsemicarbazide, a pu préparer le diphényloxytriazol, qui se produit suivant l'équation :

$$C^7H^5Az^2O + C^7H^6O + O = C^{14}H^{11}Az^3O + 2H^2O$$

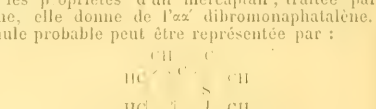
Le rendement est considérablement augmenté par l'addition d'un agent oxydant tel que le chlorure ferrique. Le produit est faiblement basique, mais possède aussi des propriétés acides. Il a pour formule :

$$\begin{array}{l} C^6H^5.Az{-}AzH \\ \quad\quad\quad | \quad\quad\quad >CO \\ C^6H^5.C{=}Az \end{array}$$

On en a fait le sel d'argent $C^{14}H^{11}Az^3OAg + H_2O$ et le chlorhydrate $C^{14}H^{11}Az^2OHCl + 2H^2O$. Réduit, ce corps donne le diphényltriazol :

$$\begin{array}{l} C^6H^5{-}Az{-}Az \diagdown \\ \quad\quad\quad | \quad\quad\quad CH \\ C^6H^5{-}C{=}Az \diagup \end{array}$$

qui est un corps faiblement basique. — M. **N. F. Deer** publie une note sur la chaleur latente de fusion des différents éléments. — MM. **A. G. Perkin** et **Pate** ont étudié l'action de différents acides minéraux sur quelques matières colorantes naturelles. Ces produits donnent généralement des composés d'addition de couleur orangée. Par exemple la quercitine donne avec H^2SO^4 le corps : $C^{15}H^{10}O^7H^2SO^4$; avec HBr : $C^{15}H^{10}O^7HBr$; avec HI : $C^{15}H^{10}O^7HI$; la rhamnazine donne $C^{17}H^{14}O^7H^2SO^4$; mais les acides bromhydrique, chlorhydrique, iodhydrique ne fournissent pas avec elle de produits d'addition. Il en est de même pour la rhamnétine, la lutéolide, etc. — M. **Herzfelder** a remarqué que, si l'on chauffe à 270° l'α nitronaphtalène avec 25 % de soufre, il se produit une vive réaction avec dégagement d'acide sulfureux et il se dépose une masse blanche solide. L'auteur en a isolé une substance qui a pour formule $C^{10}H^6S$ et pour poids moléculaire 158. Elle ne possède pas les propriétés d'un mercaptan; traitée par le brome, elle donne de l'$\alpha\alpha'$ dibromonaphtalène. Sa formule probable peut être représentée par :



C'est donc un $\alpha\alpha'$ thionaphtalène.

Erratum : Dans notre dernier numéro, une erreur s'est glissée dans la légende de la figure 3 de l'article de M. Witz (page 617); dans cette légende, le mot *d'entropie* est à supprimer.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

AVIS

Un prochain tirage à part des articles de la *REVUE* sur Madagascar

Tel a été le succès du dernier numéro de la Revue, *consacré à l'état actuel de nos connaissances sur Madagascar, qu'il nous a été impossible de satisfaire à toutes les demandes du public.*

A ce sujet nous avons reçu de France et d'Algérie, d'Angleterre et d'Écosse, de Belgique, de Hollande, d'Allemagne, d'Italie, etc., une multitude de lettres auxquelles nous regrettons de ne pouvoir répondre autrement que par le présent Avis.

Force nous est de réimprimer à part l'ensemble de nos articles sur Madagascar ; nous en faisons un second tirage sous la forme d'un livre indépendant, édité par la maison Ollendorff, imprimé sur beau papier de bibliophile, pourvu d'une pagination spéciale et d'une couverture de luxe.

Les cartes et photogravures jointes au texte de nos collaborateurs seront, dans cet Ouvrage, tirées sur glacis de façon à obtenir des clichés la transcription de tous leurs menus détails.

Ce volume constituera une véritable œuvre d'art, aussi remarquable par l'éclat de son illustration que par la haute valeur des études qui y seront réunies. Il sera muni d'une Table des gravures et d'un Répertoire analytique assez détaillé pour rendre facile et rapide la recherche de tous les sujets traités dans ses différents chapitres.

Cet Ouvrage aura pour titre :

CE QU'IL FAUT CONNAITRE

DE

MADAGASCAR

Dans quelques jours il sera, par les soins de la maison Ollendorff (28 *bis, rue de Richelieu, Paris*), *mis en vente au prix de* **3** *fr.* **50** *chez tous les libraires de la France et de l'Étranger.*

(Note de l'Administration.)

LE PROGRÈS DES MACHINES VOLANTES

STABILITÉ

Le titre de cet article est celui d'un livre paru à New-York, où l'auteur, M. *O. Chanute*, définit lui-même dans une courte préface le but qu'il s'est proposé en publiant, depuis le mois d'octobre 1891, cette série de 27 articles dans *The American Engineer*, sur les progrès des machines volantes, à l'exclusion des ballons. L'objet de l'auteur en préparant ces articles était triple :

1° Reconnaître si, dans l'état actuel de notre science et de notre industrie mécanique, surtout quant aux moteurs légers, les hommes peuvent raisonnablement espérer voler dans l'air. Oui.

2° *Éviter aux inventeurs et expérimentateurs l'inutile dépense d'efforts qu'entraîne l'essai de dispositifs déjà reconnus défectueux, et, autant que possible, indiquer les causes d'insuccès.* Réunir et discuter toutes les relations d'expériences dont on a pu avoir connaissance.

3° Décrire avec quelque détail les appareils récemment essayés « qui rendent les tentatives de vol moins chimériques qu'il y a quelques années ». Exposer assez clairement les principes appliqués et les résultats obtenus pour permettre au chercheur de distinguer entre un projet mort-né et un autre raisonnable, digne d'être pris en considération, et même — après essais préliminaires — d'être expérimenté en grand.

Il faut lire l'ouvrage même pour sentir à quel point il était devenu nécessaire, quelle somme énorme d'efforts a déjà été dépensée en pure perte à la répétition de tentatives déjà vingt fois condamnées. Jamais peut-être on n'a vu tant d'ardeur, de passion et d'audace déployées à contre-sens; jamais les inventeurs n'ont imaginé de plus ingénieux mécanismes, et n'ont eu si peu de souci des vraies conditions dynamiques du problème; jamais *practique* n'a tant dédaigné *théorique*, et n'a payé son dédain de tant de catastrophes. Ce n'est que depuis bien peu d'années que les travaux de laboratoire, conduits avec une méthode vraiment scientifique, ont fait connaître d'une manière à peu près définitive la loi d'action de l'air sur une surface plane qui glisse d'un mouvement rapide presque parallèlement à son plan. C'est cette loi qu'appliquent tous ceux qui font des machines en toile, fer et bambou, ou, suivant leurs ressources, des jouets et de simples projets sur le papier.

I

Le fait fondamental établi par toutes les expériences depuis une vingtaine d'années est le suivant : une lame plane de grande envergure et de faible largeur, un ruban transversal, comme dit le commandant Renard, qui se meut dans l'air sous une incidence presque rasante, presque parallèlement à son plan, éprouve une résistance normale à son plan sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse, et *au sinus de l'angle compris entre la direction de la vitesse et le plan mobile*, au lieu du sinus carré admis sur la foi d'un semblant de raisonnement, et qui ne s'applique qu'aux surfaces allongées dans la direction de la vitesse [1].

Cette loi, déjà donnée par Bossut et Duchemin, est conforme aux résultats d'expériences faites sur des plans *minces* de *grande envergure*, y compris les plus récentes, celles de Langley. La meilleure discussion de ses conséquences est celle du commandant Renard.

Si l'appareil de soutien était infiniment mince, si la plate-forme et l'appareil moteur, ainsi que les accessoires nécessaires pour assurer la stabilité, ne subissaient aucune résistance de la part de l'air, si, enfin, il était possible de marcher avec sécurité sous des incidences très rasantes, on pourrait, comme l'énonce Langley avec un optimisme excessif, diminuer indéfiniment le rapport de la puissance de la machine au poids total supporté, en employant des incidences de plus en plus rasantes. Le poids constant supporté P est proportionnel au produit de l'angle d'incidence très petit α, par la surface S et par le carré de la vitesse V^2; pour un même appareil, la vitesse varie donc en raison inverse de la racine carrée de l'angle d'incidence. La résistance au mouvement est égale au poids supporté, multiplié par l'angle α; enfin le travail à dépenser par seconde pour maintenir cette vitesse est égal au produit de la résistance par la vitesse; d'où résulte que la puissance de la machine est proportionnelle à $\frac{P^2}{V}$, c'est-à-dire diminue indéfiniment à mesure que l'incidence devient plus rasante et la vitesse plus grande. Malgré sa forme excessive, ce résultat est assez exact en gros pour justifier cet aphorisme d'un intérêt capital dans la question :

Dans la navigation aérienne par aéroplanes, les vitesses économiques sont les très grandes vitesses.

C'est le contraire pour les ballons. De là résulte l'intérêt que prennent à la navigation par aéroplanes

[1] Cᵗ Renard, *Soc. française de Physique*, 1889.

tant d'inventeurs, même en dehors de la clientèle ordinaire des ministères militaires, patriotes, puffistes, ou hommes d'argent prêts à vendre au plus offrant les moyens de destruction aussi énergiques que variés.

Le vrai rôle des aéroplanes, c'est le service postal. Avant cinquante ans, peut-être plus tôt, le service des correspondances transocéaniques et transsahariennes sera fait par des aéroplanes à grande vitesse; la durée du transport sera réduite au cinquième, peut-être au dixième du temps actuellement nécessaire, grâce à la vitesse et au trajet rectiligne.

C'est à dessein que j'ai donné à l'énoncé de la propriété spéciale aux aéroplanes une forme vague, et non pas la forme précise rééditée récemment par M. Langley, et qui serait : « Les plus grandes « vitesses sont les plus économiques. » Sous peine de déceptions graves, il faut examiner de plus près ce que deviendra cette propriété dans les applications. La machine motrice, les voyageurs, les marchandises, seront logés dans une nacelle, nécessairement assez grande; l'aéroplane de grande surface exigera une charpente, des agrès. Il y aura donc une résistance horizontale à ajouter à celle qui provient de l'inclinaison de l'aéroplane ; le travail correspondant croît comme le cube de la vitesse. Une machine volante une fois construite, je suppose qu'on l'essaie sous différentes inclinaisons du planeur; sous chaque inclinaison du planeur, il y a une vitesse pour laquelle la route est horizontale. Le travail correspondant diminue d'abord quand l'incidence devient de plus en plus faible, et la vitesse de plus en plus grande; puis le travail passe par un minimum pour une certaine vitesse, et devient ensuite de plus en plus grand pour les vitesses croissantes.

Pour une machine volante de poids fixe, il y a une vitesse de transport horizontal plus économique que toutes les autres.

Tel est le théorème du commandant Renard [1], déjà un peu moins favorable que le premier, et qu'il faut restreindre encore. Est-ce en effet le poids total de la machine volante qu'on se donnera dans un projet? Non, mais le poids à transporter, voyageurs et marchandises, et, par la nature même des choses, ce poids sera toujours une très petite fraction du poids total, le dixième ou le vingtième peut-être? Connaissant le mode de construction le plus léger par mètre carré pour le planeur du type adopté, et par cheval-vapeur pour la machine motrice, on cherchera à transporter, avec une vitesse fixée à l'avance, un certain poids de marchandises et de voyageurs. Dans le problème réel le poids total n'est donc pas fixe comme dans le problème du commandant Renard. Sous cette forme, en admettant un poids voisin de 2 kilogrammes par mètre carré, et de 4 à 10 kilogrammes par cheval-vapeur, on reconnaît facilement que le minimun du commandant Renard n'existe plus. J'énoncerai donc uniquement la proposition suivante plus restreinte :

Dans la navigation maritime, ou dans la navigation aérienne par aérostats dirigeables, le prix de transport d'un poids utile donné entre deux stations est proportionnel au carré de la vitesse. Dans la navigation aérienne par aéroplanes, ce prix croît moins vite que le carré de la vitesse; la différence est d'autant plus grande que le poids utile est plus grand par rapport au poids total.

L'avantage des aéroplanes reste ainsi bien marqué, pourvu qu'ils ne soient pas trop grands, c'est-à-dire pourvu que la solidité du planeur n'exige pas une trop lourde charpente.

Il faut donc de toute nécessité construire un planeur léger et solide, et une machine motrice légère, puissante et peu encombrante; l'imagination des inventeurs peut se donner carrière dans cette double recherche, et les résultats acquis dans ce sens sont fort encourageants; mais ce n'est pas tout : il faut que la machine volante puisse prendre son vol, s'avancer sans accidents, en équilibre stable, malgré les rafales verticales, latérales ou frontales, et enfin atterrir.

Comment, et jusqu'à quel point a-t-on réalisé jusqu'à présent l'équilibre des aéroplanes libres, ou retenus par des cordes? C'est cela seul que je veux examiner, avec l'aide de M. Chanute. Commençons par les aéroplanes retenus par des cordages.

II

Les premières études méthodiques sur les cerfs-volants paraissent dues, d'après M. Wenham, à George Pocock, de Bristol, qui cherchait, il y a plus de cinquante ans, à en faire des observatoires aériens pour les officiers. La première personne qui osa se risquer dans l'espèce de fauteuil suspendu à un de ces énormes cerfs-volants fut une dame. Plusieurs cordes maintenaient et orientaient le cerf-volant, déjà lancé; le fauteuil fut attaché à la corde centrale, la dame y prit place, fut enlevée à une centaine de mètres de hauteur et redescendit charmée. Peu de temps après, le fils de M. Pocock réussit à prendre pied au sommet d'une falaise abrupte de 70 mètres de hauteur, au moyen d'un cerf-volant de 10 mètres de haut, et à en redescendre en se laissant glisser le long de la corde. Les cordages directeurs étaient manœuvrés de terre; ils auraient aussi bien pu l'être par le voyageur lui-même.

[1] *Revue de l'Aéronautique*, 1889, Masson.

M. Wenham a aussi indiqué à M. Chanute le brevet de E. J. Cordner, prêtre catholique irlandais, et ses essais. Un cerf-volant hexagonal, en toile, *sans queue*, est lancé le premier; quand il est bien dans le vent, on attache à la corde un second cerf-volant de même forme, mais plus grand, dont le lancement n'offre plus aucune difficulté; on fait de même avec un troisième plus grand encore, et ainsi de suite jusqu'à ce que la force portante soit devenue suffisante. Plusieurs personnes furent ainsi transportées une à une d'un roc isolé jusqu'à la côte, par-dessus les vagues. Dans l'intention de l'inventeur, l'appareil devait servir au sauvetage des navires portés à la côte par un vent violent, auquel cas le cerf-volant, lancé du navire, permettrait à un premier matelot de se transporter au-dessus de la côte, de s'y laisser descendre, et d'y amarrer les cordages nécessaires pour établir la navette du navire naufragé à la côte. Il ne semble pas que cet appareil ni d'autres analogues proposés à diverses reprises aient été essayés par mauvais temps; c'est la stabilité qu'il faudrait assurer malgré les coups de vent.

En juillet 1880, notre compatriote M. Biot a décrit un cerf-volant sans queue un peu compliqué, à la vérité, mais dont la stabilité s'est montrée tout à fait remarquable en toute circonstance. Le cerf-volant est elliptique (40cm de grand axe, 20cm de petit axe, environ); il porte au haut du grand axe, à droite et à gauche, deux troncs de cône, la grande ouverture face au vent (dispositif japonais), et en bas du grand axe une hélice à deux ailes, qui tourne rapidement sous l'action du vent. Les deux cônes assurent la stabilité latérale. L'hélice était absolument nécessaire pour la stabilité longitudinale, et jouait le même rôle que la queue ordinaire des cerfs-volants, soit par une action gyroscopique, doit par la traction longitudinale énergique qu'elle exerçait sur le cerf-volant, ce qui est bien certainement le rôle de la queue ordinairement attachée à ceux-ci. Sous l'action d'un vent de 30 kilomètres à l'heure, le cerf-volant enleva 1.500 mètres de corde, se maintenant deux heures en l'air. Des vents plus forts permirent de dérouler 2.000 et même 2.500 mètres de corde, donnant le spectacle curieux d'une ascension en ligne brisée, par suite de la présence de plusieurs couches superposées de vents différents. Des essais de vol plané entrepris en grand en 1887 n'ont pas été décrits.

La stabilité a été obtenue plus simplement par divers expérimentateurs soit en repliant la partie arrière du cerf volant un peu vers le haut (Barnett), soit ajoutant à l'arrière et en dessous une quille longitudinale perpendiculaire à la surface (Boynton), soit n calquant le cerf-volant *Malais* (Bazin, Eddy). Dans ce cerf-volant, la tige transversale est attachée à angle droit sur la tige longitudinale, au cinquième de sa longueur environ à partir de l'extrémité supérieure; la tige transversale est généralement la plus longue. Le tout est recouvert de papier en forme de quadrilatère symétrique. M. Bazin fléchit la tige transversale en arc, la concavité en arrière. M. Eddy fléchit aussi la tige longitudinale dans le même sens; la surface exposée au vent est alors convexe. Depuis longtemps les Chinois ont adopté des formes de ce genre plus larges que hautes, mais généralement concaves-convexes, en forme de selle (fig. 1). L'ouvrage de M. Chanute ne donne pas d'indications sur le mode d'attache de la corde de retenue.

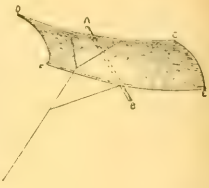


Fig. 1. — *Cerf-volant chinois.*

On se rappelle les essais, d'ailleurs infructueux et pour cause, effectués au Texas en 1891 pour la production artificielle de la pluie. Des cartouches de dynamite devaient, par leur explosion à grande hauteur, décider la vapeur d'eau à se condenser en nuages d'abord et ensuite à se précipiter en bienfaisantes averses sur le sol desséché. Ce sont des cerfs-volants hexagonaux sans queue, étudiés par M. Myers, qui ont enlevé ces cartouches dans l'atmosphère. Deux lattes de sapin de 1m 80, de 6 millimètres sur 6 au sommet, et 6 sur 12 à la base sont croisées à 60 centimètres du sommet environ et maintenues par une petite cheville et quelques tours de ficelle. A 13 centimètres du croisement est placée une troisième latte de 1m.45 seulement de longueur. Les trois lattes forment ainsi un triangle équilatéral, de 13 centimètres de côté, environ au milieu de la surface, et la rigidité est bien mieux assurée que si les trois lattes se croisaient au même point. Pour limiter l'hexagone, une ficelle court du bout d'une latte à la suivante. Les cordes d'attache sont fixées à la latte transversale à 30 centimètres de chaque bout; aux longues lattes, à 15 centimètres du bout supérieur et à 75 centimètres du bout inférieur. Enfin, pour réunir ces cordes ensemble et les lier à la corde unique du cerf-volant, on place celui-ci à terre, un pied sur le croisillon, et prenant tous les cordes en main, bien tendues, on les noue de façon que la verticale du nœud tombe à mi-chemin entre le sommet des longues barres et la barre transverse. La carcasse, recouverte de calicot rouge bien collé et tendu, est légère et rigide en haut, un peu plus lourde et élastique en bas. Le centre de figure et le centre de gravité sont au-dessous du point d'attache (Chanute

p. 187). La description est presque complète ; il ne manque que la distance du nœud au cerf-volant, probablement 1 mètre à 1^{m}50 d'après le mode opératoire indiqué.

Des règles empiriques, pas toujours précises, voilà tout ce qu'a pu réunir M. Chanute, à grand'peine, sur le cerf-volant ; mais pas trace d'une théorie de l'équilibre stable. Si l'on songe que le cerf-volant est retenu, et qu'il reçoit le vent sous un angle toujours considérable, 30° à 60°, tandis que l'aéroplane est libre, et doit manœuvrer sous des incidences aussi rasantes que possible, pour l'économie de puissance motrice, on ne peut guère s'étonner que tant d'appareils volants aient fini par se retourner tête-bêche au moindre coup de vent, ni que tant d'expérimentateurs aient échoué dans leurs tentatives pour reproduire des appareils dont le succès était infaillible entre les mains de leur inventeur. Il reste dans les meilleures descriptions une partie mal déterminée, un tâtonnement dans lequel les uns réussissent presque à coup sûr où les autres échouent. Tel est le cas de l'oiseau artificiel imaginé par M. Lancaster après cinq années de séjour dans les solitudes de la Floride S W, consacrées à l'observation des grands oiseaux planeurs. « J'ai fait, dit-il, des centaines de ces oiseaux avec toutes sortes de succès : tantôt tous les modèles présentés au vent s'élevaient sans difficulté et parcouraient en remontant le vent plusieurs centaines de mètres (jusqu'à 500) avant de perdre l'équilibre et de tomber à terre ; tantôt l'essor était impossible. » Il s'agit d'un oiseau artificiel présentant au vent une surface de carton fixe de 15 décimètres carrés environ (60^{cm} sur 25^{cm}), représentant les ailes étendues et immobiles de l'oiseau véritable. A 45^{cm} en arrière est une queue verticale (en long ou en large?) et à 45^{cm} en dessous, à l'avant, un poids de près d'un kilogramme.

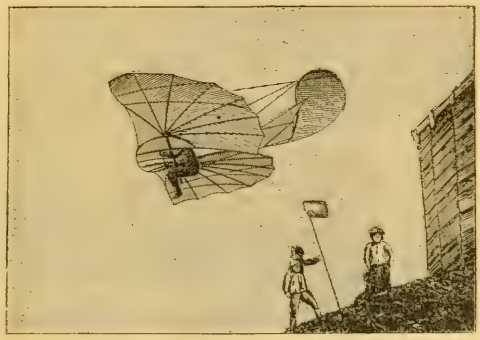


Fig. 2. — *Sommet duquel M. Lilienthal s'élançait avec son appareil.*

III

Il faut arriver aux expériences mémorables de M. Lilienthal pour trouver enfin des essais conduits avec une méthode sûre, et vraiment scientifique. M. Lilienthal, dont vingt-cinq années d'efforts ont été récemment couronnés d'un plein succès, a publié le résultat de ses recherches dans un volume, *Le vol des oiseaux, fondement de l'art du vol* (1889), et dans des communications annuelles au *Journal de l'Aéronautique* (Zeitschrift für Luftschiffahrt). Le livre se termine par trente aphorismes dont voici les principaux :

En air calme, l'homme ne peut voler par ses seules forces. Dans les conditions les plus favorables, il faudrait encore qu'il pût produire 1 cheval et demi.

L'homme pourra s'élever dans l'air et planer avec un vent de 40 kilomètres à l'heure.

L'appareil doit être une reproduction agrandie des ailes des oiseaux les plus grands et les plus haut-planeurs.

On peut faire porter 10 à 12 kilogrammes par mètre carré.

On peut construire en bois de saule et toile un appareil solide de 10 mètres carrés pesant environ 15 kilogrammes.

Un homme muni de cet appareil aurait un poids total de 90 kilogrammes, soit 9 kilos par mètre carré, à peu près la proportion des grands oiseaux.

La section transversale des ailes doit être courbée, la concavité vers le bas.

La flèche de fluxion doit être un douzième de la largeur (d'avant en arrière) pour correspondre à celle des oiseaux.

La courbure doit être parabolique, la plus prononcée à l'avant, la plus aplatie à l'arrière.

D'ailleurs l'expérience indiquera le meilleur rapport entre l'envergure et la largeur des ailes, ainsi que la meilleure courbure.

Préceptes relatifs aux ailes batantes.

Ainsi préparé par ses études antérieures, M. Lilienthal a fait une série importante d'expériences en 1891[1] (fig. 2). Outre la courbure d'avant en arrière, les ailes ont une forme sinueuse de droite à gauche. Une sorte de quille verticale dans le plan de symétrie, et une queue à peu près horizontale, mais relevée en arrière, assurent la stabilité. De remaniements en remaniements, la surface des ailes fut peu à peu réduite de 10 mètres carrés à 8 mètres carrés. L'appareil complet pesait alors 18 kilogrammes.

Au cours de ses exercices préparatoires, d'abord dans son jardin, puis sur des collines gazonnées des environs de Berlin, M. Lilienthal, en courant contre le vent sur une longueur de 8 mètres,

[1] Voyez à ce sujet, dans la *Revue* du 30 déc. 1893, p. 802, l'article de M. Runge sur les expériences de M. Lilienthal.

réussit à se laisser porter, et à franchir d'un bond 20 à 25 mètres. L'appareil cessait d'être maniable lorsque la vitesse du vent dépassait 20 kilomètres à l'heure. « Souvent, même avec cette surface « réduite, des rafales soudaines m'enlevaient, et, « si je n'avais pu me détacher instantanément de « mon appareil, je me serais rompu le cou, au lieu « d'attraper de simples entorses, ce qui arrivait « au bout de peu de semaines. »

L'année suivante (1892), muni d'ailes de 16 mètres carrés de surface, M. Lilienthal réussit, en prenant un élan à la course face à un vent de 28 à 30 kilomètres à l'heure, à acquérir une vitesse relative suffisante pour s'élever, planer horizontalement, et atterrir légèrement. En 1893, les essais furent repris du haut d'une tour de 10 mètres, située au sommet d'une colline en pente vers l'ouest.

Quand le vent frappe latéralement, tout l'appareil s'incline, le centre de pression se déplace du côté exposé au vent, qui se relève; pour ramener l'horizontalité, l'aéronaute doit porter son poids de ce même côté, au vent[1]; cela rendrait peu sûr l'emploi d'ailes de trop grande envergure, et a conduit à adopter 7 mètres comme limite maximum. De même, si le vent prend en dessous, le centre de pression recule, et il faut pouvoir compenser cet effet par la flexion du torse et la projection des jambes en avant ou en arrière (fig. 3), ce qui limite la largeur acceptable à $2^{m},50$. Les ailes, arrondies aux bouts, ont alors environ 14 mètres carrés, et pèsent 20 kilogrammes, ce qui, avec l'aéronaute, porte le poids total à 100 kilogrammes environ.

Les préceptes fondamentaux sont les suivants :

Pour éviter tout accident par rafales, s'exercer aux manœuvres qui conservent l'équilibre en commençant avec des ailes de faible surface, et n'augmenter la surface qu'autant qu'on est devenu parfaitement maître de l'équilibre avec les ailes les plus petites. C'est une habitude à acquérir comme celle de l'équilibre sur un bicycle.

On peut décrire une courbe à droite ou à gauche en portant le poids du corps d'un côté ou de l'autre, mais il faut toujours atterrir face au vent. On doit porter les jambes en avant, et au moment même où les pieds vont toucher le sol, rejeter promptement le corps en arrière, ce qui relève le front des ailes, présente toute leur surface inférieure au vent et arrête le mouvement en avant; on prend terre aussi doucement que si l'on avait sauté, sans ailes, du haut d'une chaise.

La figure 3 montre en *d e* le vol en air calme, sous une pente de 9 à 10°; en *b f* avec un vent de 4 à 5 mètres par seconde (15 à 18 kilomètres à l'heure), la pente n'est plus que de 6 à 8°; enfin avec un vent de 7 à 8 mètres par seconde (25 à 30 kilomètres à l'heure) qui exige une certaine lutte contre le vent, M. Lilienthal s'est à plusieurs reprises trouvé soutenu immobile dans l'air pendant plusieurs secondes, et quelquefois subitement enlevé de plusieurs mètres par une rafale (*g*).

Fig. 3. — *Différentes trajectoires suivies par M. Lilienthal dans son vol.*

M. Lilienthal annonce avoir construit un moteur à vapeur de deux chevaux, pesant 20 kilogrammes tout compris; il se propose de l'adapter à son appareil volant pour en faire mouvoir les ailes. Comme il est tenace et patient, on ne peut guère douter qu'il réussisse en peu d'années à faire une machine volante, à ailes battantes, capable de porter le poids d'un homme, et suffisamment stable.

On remarquera, d'abord, que la stabilité de l'appareil est suffisante pour donner le temps à l'aéronaute de rétablir l'équilibre par des mouvements simples; mais rien ne prouve que la stabilité subsisterait si la masse suspendue était inerte[1]. Enfin, M. Lilienthal attribue une importance capitale à la courbure des ailes d'avant en arrière : « Dans les

[1] L'habitude d'étendre les bras et les jambes du côté où on se sent pencher, pour se garer du choc contre la terre, est tout à fait funeste ici, et précipite le renversement: il faut, paraît-il, une forte attention pour éviter ce mouvement instinctif.

[1] Ce doute ne semble que trop justifié par l'accident récent dont M. Lilienthal a été victime, au cours de ses essais de cet été.

« petits modèles, de moins d'un mètre carré, une « flèche de 1/12 de la largeur fournissait les meil- « leurs résultats; avec les ailes de 14 mètres carrés, « de nombreux essais ont montré qu'il faut réduire « la flèche à 1/18 ou 1/20 de la largeur... »

Qu'est-ce que les « meilleurs résultats » ? C'est ce que je ne trouve pas clairement exposé dans le livre de M. Chanute, ni à propos des expériences de M. Lilienthal, ni à propos de celles de M. Hargrave (p. 230), ni à propos des brevets de M. Philipps (p. 165-170), qui tous concluent à la *supériorité* des surfaces concaves sur les surfaces planes.

M. Lilienthal, dans son livre, l'expose clairement. Ses expériences montrent un changement considérable dans l'allure de la résistance de l'air en fonction de l'incidence (comptée à partir de la corde qui joint le bord antérieur au bord postérieur). Cette résistance conserve sa plus grande valeur sur plus de 60° de part et d'autre de l'incidence normale et tombe très rapidement, sans être encore nulle, lorsque le vent est parallèle à la corde. En outre, elle change beaucoup d'orientation par rapport à cette corde, et, sous les faibles incidences, le rapport de la composante horizontale à la composante sustentatrice verticale est inférieur à la tangente de l'incidence, et par là même très favorable.

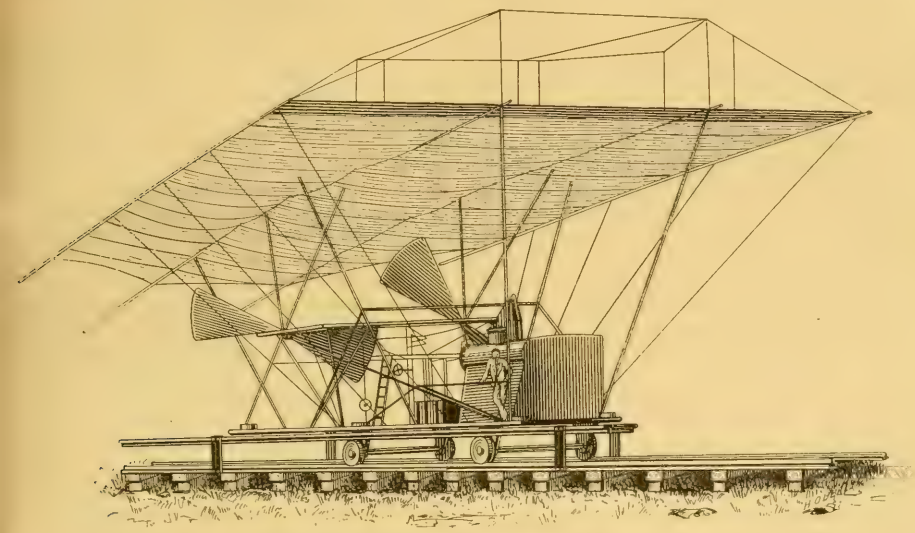


Fig. 4. — *Vue générale de l'aéroplane de M. Maxim.*

IV

Je ne veux pas terminer sans dire quelques mots de l'énorme machine construite par Hiram Maxim, en Angleterre, et qui a déjà été soumise à d'importants essais partiels. Après des expériences sur la résistance de l'air et sur les meilleures formes d'hélices propulsives, M. Maxim a construit un planeur de 500 mètres carrés de surface totale, d'une longueur de 44 mètres. Comme le montre la gravure ci-jointe, le planeur supporte tout un échafaudage avec chaudière à vapeur, moteur, etc.; la machine pèsera de 2.500 à 3.000 kilogrammes. Les expériences sur la résistance de l'air ayant montré qu'une incidence de $\frac{1}{14}$ est pratique, une force propulsive des hélices de 180 à 220 kilogrammes serait suffisante; la machine étudiée produit jusqu'à 450 kilogrammes; et pourtant il semble que M. Maxim ait éprouvé quelques déceptions de ce côté; il faut en effet tenir compte de la résistance horizontale, très difficile à évaluer, due à tout l'échafaudage qui donne de la rigidité au planeur, ainsi qu'à la plate-forme et à la machinerie.

Le progrès capital réalisé, c'est la construction d'un moteur puissant et léger, sur lequel M. Maxim fournissait dans une lettre adressée à M. Chanute, le 6 octobre 1892, des indications assez détaillées (p. 241-243). Disons seulement que le poids total de la machine (chaudière, pompes, générateurs et condensateurs, y compris toute l'eau qui y circule atteint à peine 4 kilogrammes par cheval-vapeur, pour une machine de 300 chevaux.

Toute la machine est montée sur des roues et peut courir sur une voie ferrée rectiligne d'un kilo-

mètre, dont la première moitié est complétée par des rails parallèles aux premiers, placés au-dessus des roues, pour les empêcher de se soulever. Des dynamomètres placés aux quatre coins de la plate-forme font connaître la force soulevante. Dans un premier essai, à la vitesse de 46,5 kilomètres à l'heure (obtenue par les machines agissant sur les hélices aériennes), l'essieu de devant fut soulagé de 1.040 kilogrammes, celui d'arrière de 860. Dans une seconde course à 50 kilomètres à l'heure (après quelques modifications) on obtint 1.130 kilogrammes à l'avant, et 1.260 à l'arrière. Le centre de gravité, qui était trop à l'arrière dans le premier essai, avait été trop avancé dans le second. Dans un troisième essai, la machine entière fut soulevée.

Il me paraît inutile d'entreprendre une description détaillée d'un appareil d'essai, à chaque instant remanié; mais je tiens à bien convaincre le lecteur de l'esprit méthodique, audacieux certes, mais nullement aventureux, qui guide M. Maxim.

Pour poursuivre utilement ses expériences, M. Maxim estimait que cent mille livres sterling étaient nécessaires, et voici comment il traçait en juin 1892, dans le *Century Magasine*, le programme de ses essais :

1° Etude de la machine à vapeur et des hélices. sur rails à toutes les vitesses entre 35 et 180 kilomètres à l'heure. Poussée des hélices. Fonctionnement du condenseur et température de l'eau qui en sort, à toutes les allures.

2° Cela fait, mise en place de la soie sur le planeur, et essais d'équilibre, d'abord à petite vitesse, et déplacement de la chaudière et du moteur sur la plate-forme, jusqu'à ce que la force soulevante soit la même à l'essieu d'avant qu'à l'essieu d'arrière. Nouveaux essais à des vitesses de plus en plus grandes.

3° Gouvernails, pour la marche rectiligne et horizontale. « A l'aéroplane on fixera deux longs « bras vers l'arrière; à ces bras on articulera un « gouvernail, très grand et très léger, garni de « soie, commandé de la plate-forme par des cordes, « une course d'essai montrera alors si le changement d'inclinaison du gouvernail change la répartition des charges entre l'essieu d'avant et « l'essieu d'arrière; si le gouvernail d'arrière ne « suffit pas, on en mettra un deuxième à l'avant. « On s'arrêtera quand on pourra faire varier la « charge sur chaque essieu de 15 %.

Dispositif analogue à droite et à gauche pour empêcher le renversement par excès de roulis.

Pour tourner à droite ou à gauche, on accélérera une des hélices, et on ralentira l'autre;

4° Enfin on cherchera à effectuer un vol libre. Pas de plan d'essais sur la manière d'atterrir.

Tout cela est extrêmement sérieux et M. Maxim réussira plus ou moins vite selon qu'il saura profiter des enseignements de M. Lilienthal; mais la forme même de son aéroplane (1893) est défectueuse, et doit être changée du tout au tout; il n'obtiendra qu'une stabilité précaire avec un planeur alourdi par les longs bras destinés à supporter les gouvernails.

Je n'ai fait que résumer les renseignements contenus dans le livre de M. Chanute sur une question très particulière; j'espère en avoir assez dit pour engager tous les curieux d'aéronavigation à le lire et relire. C'est d'ailleurs un véritable plaisir pour un Français ; aucune nation n'a tant fait pour transformer la chimère en réalité; toutes les formes de la passion aéronautique se sont incarnées dans quelques-uns de nos compatriotes, depuis la folle témérité des Besnier (1678), de Bacqueville (1742), et la fine et patiente observation des d'Esterno, des Mouillard, des Weyher, jusqu'à la savante analyse expérimentale de M. Marey et à l'ingénieuse synthèse des d'Amécourt (1863), Mouillard (1865), Trouvé (1870), Pinaud (1871), Jobert (1871), Hureau de Villeneuve (1872), Tatin (1876), Dandrieux (1879), Pichancourt (1889), sans compter ceux que j'ai déjà cités dans le cours de cet article. Après avoir tant contribué à préparer la solution, nous éclipserons-nous discrètement au moment d'en recueillir l'honneur? Laisserons-nous à d'autres, faute d'un suprême effort, la gloire et, peut-être, le bénéfice du succès définitif?

Marcel Brillouin.

Maître de Conférences de Physique à l'École Normale Supérieure.

INSCRIPTIONS DES VARIATIONS

DE LA TEMPÉRATURE DES PAROIS MÉTALLIQUES

DES CYLINDRES A VAPEUR

Un ingénieur américain, M. E. T. Adams, ancien élève de l'Institut Sibley, dirigé à Ithaque (New-York) par l'illustre professeur Thurston, vient de publier, dans un récent numéro du *Cassier's Magazine*, une notice d'une haute portée sur la température des parois métalliques des cylindres à vapeur, notice sur laquelle nous croyons devoir appeler l'attention des nombreuses personnes qui s'occupent de la physique et de l'économie des machines à vapeur. Il ne s'agit plus ici de considérations théoriques, plus ou moins bien étayées sur des hypothèses; il s'agit de faits réels, révélés par des expériences faites avec toutes les garanties d'exactitude dans le laboratoire de l'École de Sibley. Il s'agit d'un diagramme de la température du métal au point en observation, tracé automatiquement comme celui de la pression de la vapeur. M. Donkin, l'auteur des plus grands progrès dans cette voie, avait bien observé les températures *moyennes* à différentes profondeurs dans l'épaisseur du métal, mais il n'en avait pas donné les variations à chaque instant d'un tour représentées par un diagramme automatiquement tracé.

I

M. Adams ouvre une nouvelle ère aux investigations des chercheurs. Malheureusement il est fort sobre de détails sur les moyens qu'il a employés pour atteindre un but visé sans succès par ses devanciers. Voici tout ce qu'il nous en apprend :

Un couple thermo-électrique était placé dans l'épaisseur du métal, à un quart de millimètre de la surface interne de la paroi, et de manière à ne pas obstruer le passage de la chaleur en ce point, soit que le flux fût dirigé de l'intérieur vers l'extérieur ou en sens inverse. La température de la soudure froide du couple était maintenue constante et prise pour zéro. L'intensité du courant électrique était ainsi proportionnelle à la température de la soudure chaude, et produisait des déviations galvanométriques également proportionnelles à la température du même point. Un rayon de lumière était projeté sur le miroir du galvanomètre, d'où il était réfléchi sur une plaque sensible. Par l'intermédiaire d'une liaison cinématique convenable avec le réducteur de course de l'indicateur de pression, la plaque sensible se mouvait dans un plan perpendiculaire au plan engendré par le rayon lumineux réfléchi du galvanomètre. Ainsi, ce rayon traçait sur la plaque un diagramme dont les abscisses représentent les déplacements du piston et dont les ordonnées représentent les variations de la température du métal, au point considéré.

Il paraît que de telles expériences se poursuivent au Laboratoire d'Ithaque; mais il est à espérer que les détails de l'installation seront bientôt livrés à la publicité de manière à intéresser tous les laboratoires au même sujet et à provoquer une accumulation de faits qui trancheront définitivement la question de la température des parois, et, par suite, celle de son influence sur l'économie de la machine. En attendant, il est utile de reproduire ici les révélations que M. Adams a bien voulu nous faire.

Il donne d'abord un diagramme (fig. 2), reproduit

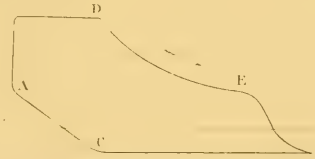


Fig. 1. — *Diagramme des pressions de la vapeur.* A, commencement de l'admission; D, commencement de la détente; E, commencement de l'émission; C, commencement de la compression.

d'après l'épreuve originale négative, des variations de la température relevée en un point situé dans le métal, à un quart de millimètre de la surface interne du couvercle du cylindre. Chaque point du métal a son diagramme propre et caractéristique de sa position. M. Adams estime que l'aire de ce diagramme est à peu près proportionnelle à la perte de chaleur due à la condensation de la vapeur sur la portion de paroi dont ce point peut être pris comme centre. D'après les allures de ces diagrammes, on peut classer en deux grandes catégories les différents points de la paroi où se produisent des échanges de calories entre la vapeur et le métal : d'abord, les surfaces balayées par le piston, qui présentent deux cycles de températures par tour de la machine; ensuite les autres surfaces, qui n'ont qu'un cycle par tour. Le dia-

gramme de température de la figure 2 est relevé en un point appartenant à la seconde catégorie. Comme ces points sont exposés le plus longtemps à la chute maxima de température, ils ont évidemment le maximum d'influence sur les échanges de chaleur et, par suite, sur les condensations dans le cylindre.

II

En regard du diagramme des températures de ce point du métal, M. Adams met un diagramme des pressions, qu'il considère comme représentant suffisamment le diagramme des températures de la vapeur; c'est celui-même de la figure 1. Les deux diagrammes sont les reproductions, à la même échelle, des deux courbes relevées simultanément sur la machine expérimentale, une machine

Fig. 2. — *Diagramme des températures d'un point de la paroi métallique.* A, commencement de l'admission; D, commencement de la détente; E, commencement de l'émission; C, commencement de la compression.

à un seul cylindre, à condensation, à excentrique fixe. La pression de la vapeur était de 50 livres par pouce carré, soit 3 kg. 5 par cent. carré; le nombre de révolutions, 40 par minute.

Le diagramme de température de la figure 2 montre qu'au commencement de l'admission A le métal va s'échauffant presque jusqu'au commencement de la détente D; que, pendant la détente et une partie de l'émission anticipée, la température du métal va baissant graduellement; puis que, vers la fin de la course directe E, il y a une chute brusque. Au commencement de la course rétrograde, la température s'élève d'abord visiblement, puis s'abaisse plus lentement, jusqu'au commencement de la compression C, où l'augmentation est de plus en plus prononcée jusqu'à la fin de cette course. Le phénomène du relèvement de la courbe dans le premier quart de la course rétrograde s'explique par les considérations suivantes : Quand la lumière d'émission est largement ouverte, l'eau saturée qui tapissait la paroi métallique s'évapore rapidement et passe au condenseur. De là un abaissement brusque de la température du métal qui touchait à cette eau, abaissement qui se propage dans les autres couches, mais pas très profondément à cause de la brièveté de la durée du phénomène et de la lenteur de la transmission à travers le métal. Mais ce refroidissement des couches métalliques internes produit un vigoureux appel de chaleur des couches externes; et c'est le flux provoqué par cet appel qui décèle sa présence par le relèvement de la courbe au commencement de la course rétrograde. Alors la température de la couche interne est de beaucoup supérieure à celle de la vapeur en contact, phénomène naturel parce que, à ce moment, il n'y a plus du tout d'eau saturée en contact avec le métal; la transmission superficielle a lieu par contact d'un métal avec un gaz, procédé lent; tandis que la transmission, quand elle se fait entre un métal et un liquide à l'état de saturation, s'opère avec une rapidité incalculable, ou tout au moins jusqu'ici incalculée. La chute brusque du diagramme à la fin de la course directe prouve qu'à ce moment le métal était recouvert d'une importante couche de rosée d'eau à la température de saturation et qui s'est vaporisée presque instantanément.

Ces diagrammes confirment les idées que Hirn a émises et que je n'ai cessé de défendre. Ils montrent l'importance qu'il faut attacher à bien protéger le cylindre contre les refroidissements; à en entretenir la haute température par le moyen d'enveloppes complètes à vapeur; à diminuer, autant que possible, les conduits que doit suivre la vapeur et les surfaces métalliques que touche la vapeur dans ces conduits; enfin à enduire celles de ces surfaces qui ne sont pas exposées au frottement du piston d'une substance quelconque, huile ou vernis, qui arrête la transmission de la chaleur et augmente la résistance de la couche superficielle du métal, méthode préconisée par le Professeur Thurston.

La notice de M. Adams ne nous révèle que le début des applications d'une méthode nouvelle d'investigation; mais ce simple début promet de tels progrès que nous avons cru devoir le signaler de suite aux lecteurs de la *Revue*.

V. Dwelshauvers-Dery,
Professeur de Mécanique appliquée à l'Université de Liège.

LES COCCIDIES

Les recherches histologiques sur les tumeurs cancéreuses, néoplasmes cancériformes, carcinomes et épithéliomas, etc., ont amené un grand nombre de savants à considérer ces productions pathologiques comme le résultat de l'invasion de l'organisme par des parasites spéciaux, qu'ils se sont généralement accordés à rapporter au grand groupe des Sporozoaires. Nous n'avons pas l'intention de discuter, dans cet article, le fondement d'une théorie qui donne lieu à tant de controverses; nous voulons seulement donner aussi succinctement que possible une idée exacte des êtres *bien connus* dont on rapproche les parasites ou pseudoparasites des cancers [1].

I. — Coup d'œil sur l'évolution des cytozoaires.

Les Sporozoaires que l'on peut réunir dans le groupe des *Cytozoaires*, parce qu'ils passent à l'*intérieur* d'une cellule au moins une partie de leur existence, sont aujourd'hui définitivement connus pour la plupart. Une étude générale de ces Cytozoaires (Grégarines, Coccidies, Gymnosporidies, Hémosporidies) fait reconnaître une très remarquable uniformité dans leur *cycle évolutif*; c'est, somme toute, ce cycle évolutif caractéristique qui en fait un groupe bien défini. Au point de vue de la constitution, il n'y a certes aucun rapport entre une *Grégarine polycystidée* adulte et une *Hemamœba* de la fièvre paludéenne; la dernière est de tout point comparable à un *Rhizopode*; la première, très compliquée en organisation, est au contraire ce que Ed. Perrier appelle un *Périzoaire*, ayant une forme déterminée et une membrane limitante externe. Il est donc difficile de voir réellement un groupe *zoologique* dans les *Cytozoaires*. Les groupes zoologiques doivent réunir des êtres qui ont entre eux une certaine parenté phylogénique et le groupe des Cytozoaires semble composé d'êtres d'origines très diverses qui seraient arrivés, par un phénomène de convergence, à parcourir à peu près le même cycle évolutif.

Quoi qu'il en soit de la parenté de ses divers membres, le groupe des Cytozoaires est *très bien défini*. On sait très bien de quoi l'on parle quand on compare à un Cytozoaire déterminé un parasite trouvé dans une tumeur maligne; malheureusement il est bien difficile, sinon tout à fait impossible, de suivre optiquement l'évolution d'un parasite, — authentique ou supposé tel, — rencontré dans une tumeur cancéreuse, puisque les conditions normales de son existence ne sont plus réalisées dès que l'ablation a eu lieu. Alors, comment faire entrer un être dont on ne peut suivre le cycle évolutif, dans un groupe défini par son cycle évolutif? On doit se contenter, jusqu'à ce jour, de comparer à tel ou tel cytozoaire considéré à tel ou tel stade de son évolution les diverses figures anormales que l'on observe dans les préparations histologiques des tumeurs.

On peut considérer d'une manière générale que le terme de l'évolution d'un cytozoaire est la formation de corps reproducteurs, dans lesquels passe toute la substance du parasite (ou au moins la partie la plus importante de cette substance, le reste étant fatalement destiné à se détruire petit à petit). De deux choses l'une: ou bien ces corps reproducteurs pourront se développer à l'intérieur même de l'hôte qui a hébergé leur père, et alors la reproduction aura pour effet une généralisation de l'infection parasitaire dans l'hôte lui-même : c'est le développement *endogène*; ou bien ils ne pourront se développer que dans un nouvel hôte, après avoir passé un temps plus ou moins long dans le milieu extérieur; dans ce dernier cas, il faudra que les corps reproducteurs soient doués d'une résistance considérable pour pouvoir conserver l'espèce malgré les causes de destruction auxquelles ils sont exposés : c'est le développement *exogène*.

Dans les deux cas, les premières phases de l'évolution sont identiques, sauf quelques différences de détail, jusqu'au stade de la formation des corps

[1] Les lecteurs de la *Revue* n'ont pas oublié un article écrit sous ce titre : « Carcinomes et Coccidies », en 1892 (nº 18), par M. Metschnikoff. La publication, dans ce journal, d'un travail signé d'un tel nom semblerait devoir rendre inutile tout nouvel exposé de la question, si la question elle-même n'avait subi depuis lors des modifications profondes; les travaux se sont multipliés sur les êtres si intéressants et si peu connus du public qui constituent le groupe des Sporozoaires, et l'on peut considérer aujourd'hui comme définitivement élucidés des points de leur histoire qui semblaient encore très obscurs en 1890. C'est ainsi que Léger, continuant les travaux de Schneider, a prouvé qu'il n'y a pas d'exception au cycle évolutif établi par cet auteur pour les Grégarines et que la *pseudofilaire* de Van Beneden doit disparaître de la science; Labbé, établissant définitivement que le *Polymitus* des *Gymnosporidies* est dû à un simple accident de préparation, a montré que le cycle évolutif de ces parasites est absolument parallèle à celui des *Coccidies vraies*. Le regretté Thélohan a suivi la genèse des spores de *Myxosporidies* et a rapproché de ces êtres les *Microsporidies*, etc., etc.

Les *Myxosporidies* forment un groupe très fermé, défini par des caractères anatomiques tout à fait constants, et l'on n'a jamais songé à leur comparer les parasites ou pseudoparasites des cancers; les *Sarcosporidies* sont encore bien peu connues et ce ne serait guère avancer la question que de comparer à des êtres aussi mal définis des éléments dont on veut prouver l'individualité. Il en est de même des *Amœbosporidies* de Schneider, auxquelles Pfeiffer a proposé de rattacher les parasites de diverses maladies.

reproducteurs; on a admis longtemps sans le moindre doute, et l'on admet encore en général qu'une espèce déterminée de Cytozoaires parcourt toujours le même cycle évolutif endogène ou exogène, et que ce cycle est *caractéristique* de l'espèce; une théorie récente, que nous étudierons tout à l'heure, considère au contraire comme fréquente, ou même comme générale, l'existence, pour chaque espèce, des deux cycles endogène et exogène, dont l'un assurerait la multiplication des parasites dans un même hôte, l'autre la conservation de l'espèce et la transmission d'hôte à hôte. Étudions chacun de ces cycles séparément, comme s'il était certain qu'une espèce déterminée ne peut parcourir qu'un seul d'entre eux.

II. — Évolution exogène.

Tout cytozoaire est, au début de son existence, un petit corps appelé *sporozoïte*, composé d'une petite masse protoplasmique, de forme déterminée, avec un noyau réduit, le plus souvent, à une petite masse de chromatine, appelée à tort nucléole. Le sporozoïte, d'abord libre dans une cavité organique de l'hôte, pénètre dans une cellule hospitalière et se loge dans son protoplasma; il s'y développe peu à peu, et, pendant sa croissance, son noyau se modifie; une aire claire apparaît autour de la masse chromatique initiale, qui se trouve bientôt ainsi au centre d'une masse sphérique non colorable par les couleurs d'aniline. Cette masse de substance achromatique préexistait dans quelques cas chez le sporozoïte; elle s'entoure, le plus souvent, d'une membrane (membrane nucléaire) qui la sépare du protoplasma ambiant; le noyau adulte a donc une structure *vésiculaire* caractéristique, toute sa masse chromatique étant rassemblée au centre de la vésicule où elle affecte des formes variables.

A ce moment il peut se présenter deux cas :

Ou bien le cytozoaire pousse vers l'extérieur de la cellule hospitalière un bourgeon qui, traversant la paroi de cette cellule, proémine librement dans une cavité organique de l'hôte et finit par acquérir un volume bien plus considérable que celui de la partie restée intra-cellulaire : c'est le cas d'une Grégarine polycystidée[1] (fig. 1). Le noyau s'avance petit à petit vers l'extrémité distale de ce bourgeon où il se trouve enfermé définitivement par l'apparition d'une cloison transversale (Dicystidées, Léger) ou de deux cloisons transversales (Tricystidées); l'animal adulte se compose alors de deux ou trois segments dont le plus ancien est fiché dans la cellule nutritive et dépourvu de noyau, dont l'autre, quand il n'y en a que deux, ou le plus éloigné des deux autres, quand il y en a trois, contient le noyau

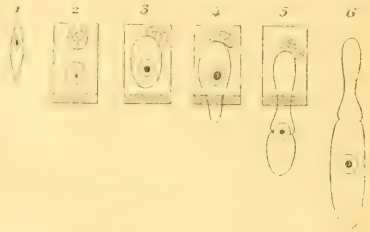


Fig. 1. — *Développement d'une Grégarine polycystidée* (d'après Schneider). — 1. Sporozoïte libre. — 2, 3. Développement intracellulaire. — 4, 5. Bourgeonnement. — 6. Céphalin complet.

du cytozoaire. La partie extra-cellulaire se détache de la partie intra-cellulaire et tombe dans la cavité organique (le tube digestif *toujours* pour les Grégarines polycystidées) et y mène une existence libre plus ou moins longue (nous n'insistons pas sur ce cas des Grégarines qui sont exclusivement parasites des Invertébrés). Au bout d'un temps plus ou moins long, cette Grégarine libre s'entoure, seule ou en compagnie d'une autre Grégarine (pseudo-conjugaison), d'une paroi résistante généralement sphérique; c'est alors ce qu'on appelle un kyste.

Ou bien, le Cytozoaire intra-cellulaire, ayant épuisé la cellule nourricière, s'arrondit à son intérieur et s'y enkyste directement : c'est le cas des Coccidies.

Dans les deux cas nous arrivons à un kyste entouré d'une paroi résistante; ce kyste est libre dans une cavité organique chez les Grégarines; il est intra-cellulaire chez les Coccidies; tous les phénomènes ultérieurs sont comparables dans les deux cas.

Pour simplifier la description, supposons que la Grégarine se soit enkystée seule (s'il y avait deux Grégarines dans le kyste, chacune d'elles se comporterait isolément comme la masse totale, quand il n'y a qu'une Grégarine enkystée). Alors, qu'il s'agisse d'une Grégarine ou d'une Coccidie, nous assistons aux phénomènes suivants, bien certains dans tous les cas, complètement connus.

Le noyau perd sa membrane, et l'aire claire qui entourait son *nucléole* (?) devient indistincte. Réduit ainsi à une masse homogène, il émigre vers la périphérie de la masse protoplasmique, laquelle s'est détachée par contraction de la paroi du kyste. Puis il se divise (par karyokinèse?) en deux, puis

[1] Nous mettons à part les Grégarines *Monocystidées vraies*: Léger admet que les sporozoïtes de ces êtres passent directement du tube digestif dans le cœlome des hôtes, sans s'arrêter dans une cellule; ils n'auraient donc pas de phase primitive intra-cellulaire et se développeraient directement dans le cœlome; ce n'est qu'une hypothèse vraisemblable. Dans tous les cas, au bout d'un certain temps, les monocystidées s'enkystent comme les autres Cytozoaires.

quatre, puis plusieurs noyaux, qui se répartissent à la périphérie de la masse protoplasmique (fig. 2).

Ce travail de division nucléaire achevé, une sphère de protoplasma se condense autour de chacun des noyaux, formant ce qu'on appelle un spo-

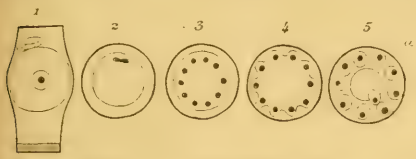


Fig. 2. — *Formation des Sporoblastes dans un kyste de Coccidie.* — 1. Enkystement de la Coccidie à l'intérieur d'une cellule. — 2. Le noyau commence à se diviser à la périphérie du corps protoplasmique contracté dans le kyste. — 3, 4. Formation des Sporoblastes (on a représenté seulement ce qui se passe dans un plan diamétral). — 5. Sporoblastes formés; α, reliquat de segmentation.

roblaste; il y a donc autant de sporoblastes qu'il s'est produit de noyaux.

Toute la masse protoplasmique du kyste peut être employée à la constitution des sporoblastes, ou bien il peut en rester une partie inemployée, qu'on appelle le *reliquat de segmentation*.

Voilà donc les sporoblastes libres dans le kyste; chacun d'eux est d'abord une sphère de protoplasma muni d'un noyau, puis prend une forme déterminée pour chaque espèce et s'entoure d'une paroi résistante : il devient ainsi une *spore*.

Dans la spore vont se passer des phénomènes identiques à ceux qui se sont passés dans le kyste; son contenu protoplasmique, muni d'un noyau, va donner, en fin de compte, un nombre déterminé de petites masses nucléées, qui seront les *sporozoïtes*, et, le plus souvent, une partie inemployée et dépourvue de noyau, qui est appelée le *reliquat de différenciation* [1]. Quand la spore contient ces divers éléments, on dit quelle est *mûre*.

Le nombre des *spores* formées dans un kyste est très considérable et indéterminé chez les Grégarines et les Coccidies *polysporées;* il est réduit chez les Coccidies *oligosporées* à quatre (tétrasporées) ou à deux (disporées).

Nous avons suivi la sporulation à l'intérieur du kyste, sans nous préoccuper de l'endroit où se trouvait ce kyste; dans certains cas, la sporulation n'a lieu qu'après que le kyste a quitté l'organisme de l'hôte; pour les Grégarines polycystidées, par exemple, on ne trouve de kystes presque mûrs que dans le rectum, de kystes mûrs que dans les fèces: le kyste de la Coccidie du foie de lapin est rejeté avec les fèces, alors que les sporoblastes sont à peine formés à son intérieur; la maturation n'a lieu qu'à l'extérieur. Dans d'autres cas, le kyste mûrit dans l'hôte, quelquefois même à l'intérieur de la cellule où il s'est formé. Cela a lieu particulièrement chez les *Coccidium* des Poissons. On constate alors, en relation avec cette durée plus longue du séjour intra-cellulaire, une diminution de plus en plus grande de l'épaisseur de la paroi du kyste, qui devient presque insignifiante chez quelques espèces. Dans ce cas, ce n'est plus le kyste qui protège l'élément reproducteur contre les causes extérieures de destruction, c'est la spore elle-même qui est la forme de résistance. Dans tous les cas, le kyste est rejeté à l'extérieur, ou bien il attend, sans modification, que la destruction du corps de son hôte le mette en liberté.

La spore ne s'ouvre, pour mettre les sporozoïtes en liberté, que lorsqu'elle est introduite dans une cavité organique (l'intestin le plus souvent, probablement) d'un hôte de même espèce que celui où a évolué le parent d'où elle provient. Le sporozoïte, mis en liberté, se meut la pointe en avant il a généralement la forme d'un fer de faux, d'où le nom de *corpuscule falciforme*, qu'on lui donnait autrefois), et pénètre dans une cellule hospitalière. Le cycle évolutif est fermé.

On voit que, dans tous les cas précédemment décrits, même quand le kyste mûrit à l'intérieur de la cellule hôte, même quand la sporulation est intérieure, le cycle évolutif est *exogène*, c'est-à-dire que du sporozoïte d'une génération au sporozoïte libre de la génération suivante il y a forcément une période pendant laquelle le parasite est *dans le milieu extérieur*. Quand l'évolution se poursuit selon ce mode normal, une spore ingérée par un hôte ne peut infester, au maximum, qu'un nombre de cellules de l'hôte égal au nombre de sporozoïtes qu'elle contient. Ce nombre est aussi le nombre maximum des kystes pouvant provenir d'une seule spore. Dans des cas d'infection aiguë, Labbé a décrit pour les Coccidies des Oiseaux (et cela a probablement lieu pour d'autres Coccidies un mode de prolifération endogène par bipartition intra-cellulaire de la jeune Coccidie avant l'enkystement; chaque sporozoïte pourrait donc alors donner naissance à plusieurs Coccidies, dont chacune donnerait un kyste. Ce mode de multiplication à l'intérieur de l'hôte, nous amène au cycle évolutif endogène.

Avant de l'aborder, rappelons les principaux traits de l'évolution exogène des Cytozoaires.

1° Phase d'accroissement intra-cellulaire du sporozoïte.

2° L'accroissement intra-cellulaire se poursuit chez les Coccidies; il se continue par une phase libre dans

[1] Une Grégarine, celle de l'intestin du homard, fait exception à cette règle générale de la constitution des spores; ses spores sont sphériques et *nues;* elles comprennent un reliquat de différenciation central, entouré d'une couche continue de sporozoïtes juxtaposés *sans membrane* pour en protéger l'ensemble.

le tube digestif chez les Grégarines polycystidées [1].

3° L'être s'enkyste.

4° Le noyau se porte à la périphérie de la masse protoplasmique légèrement rétractée dans le kyste, et se divise en autant de parties qu'il y aura de spores.

5° Le contenu du kyste se divise en sporoblastes uninucléés, avec ou sans reliquat de segmentation dépourvu du noyau.

6° Chaque sporoblaste devient une spore en s'entourant d'une paroi de forme déterminée.

7° Le contenu de la spore donne un nombre déterminé de sporozoïtes uninucléés, avec un reliquat de différenciation en général.

III. — Évolution endogène.

Les premiers stades de l'évolution endogène sont identiques à ceux de l'évolution exogène; le sporozoïte grandit à l'intérieur d'une cellule hospitalière, son noyau prend la structure vésiculaire s'il ne l'avait déjà au début. Il devient adulte dans la cellule où il a grandi, et, à partir de ce moment, nous trouvons encore deux cas dans la suite de son évolution.

Ou bien le cytozoaire adulte présente la structure d'une Grégarine monocystidée; il peut alors sortir de la cellule où il a grandi (cette cellule est, dans le cas actuel, un globule sanguin ou un élément histologique d'organe hématopoïétique) et se mouvoir librement dans le sérum. C'est alors une *Hémosporidie* ou *Hémogrégarine;* elle peut se souder à une congénère rencontrée dans sa course et former avec elle, par fusion complète, un nouvel être ne différant des premiers que par une taille un peu plus considérable. Un tel être ou un être simple ne résultant pas de la conjugaison de deux hémogrégarines pénétrera ensuite dans un nouveau globule sanguin et s'y enkystera en s'arrondissant et s'entourant d'une membrane.

Ou bien le cytozoaire adulte a une structure plus simple et ne quitte pas la cellule où il a grandi. Dans ce dernier cas il peut se produire plusieurs phénomènes différents suivant les espèces:

1° Le cytozoaire s'arrondit dans la cellule hôte.

α. Il s'y enkyste en s'entourant d'une paroi plus ou moins résistante (*Eimeria*); la cellule hôte est alors, en général, une cellule épithéliale limitant une cavité organique (tube digestif, tubes de Malpighi des Insectes, etc.); on constate dans les diverses espèces du genre *Eimeria*, depuis *E. falciformis*, de l'intestin de la souris, jusqu'à *E. nepæ*, de la nèpe cendrée, une diminution progressive de la paroi du kyste : ce qui nous amène au cas suivant.

β. Il ne s'entoure pas d'une paroi, mais reste à l'état de corps sphérique nu. La cellule hôte est le plus souvent un globule rouge de sang (*Hemamœba* de la fièvre paludéenne).

2° Le cytozoaire s'allonge, son noyau se divise, et chacun des deux nouveaux noyaux gagne une extrémité du corps protoplasmique qui prend, petit à petit, la forme d'une haltère, composé qu'il est de deux sphères nues et nucléées, unies par une partie allongée dépourvue de noyau; la partie allongée se détruira petit à petit (reliquat de segmentation); chacune des deux sphères nucléées se comportera comme la sphère nue d'une *Hemamœba*. C'est le cas des *Halteridium* du sang des Oiseaux.

Dans tous les cas que nous venons d'énumérer, que nous ayons affaire à une *Hémogrégarine*, une *Eimeria*, une *Hemamœba* ou un *Halteridium*, nous voici arrivés à un état où le parasite se compose soit d'une, soit de deux sphères protoplasmiques uninucléées, entourées ou non d'une paroi kystique.

Chacune de ces sphères protoplasmiques présentera désormais les mêmes phénomènes.

Le noyau se portera à la surface de la sphère (après avoir perdu sa paroi et son apparence vésiculaire) et s'y divisera en un nombre généralement très grand de parties, qui se répandront, soit sur toute la surface de la sphère, soit sur une moitié seulement de cette surface (quelques *Eimeria*).

Puis, autour de chacun de ces noyaux superficiels, le protoplasma se condensera en petites masses, comme nous avons vu que cela se produisait dans le cas de l'évolution exogène pour la formation des sporoblastes. Seulement, ici, ce ne sont pas des sporoblastes qui se constituent, ce sont des *sporozoïtes* ou corpuscules falciformes, c'est-à-dire de jeunes Cytozoaires.

Dans certains cas, chez les *Eimeria* à kyste solide, par exemple, il est possible que le kyste soit rejeté à l'extérieur avec les fèces et puisse ainsi transmettre le parasite à un nouvel hôte; mais, le plus souvent, même pour ces espèces à kyste solide, toujours pour les espèces dépourvues de kystes, les sporozoïtes sont mis en liberté directement dans l'hôte où a vécu leur parent, par destruction de la cellule hospitalière (et du kyste s'il y en avait un). Ces sporozoïtes mis en liberté, soit dans le tube digestif, soit dans le sang, soit ailleurs, pénètrent dans une nouvelle cellule et y recommencent le cycle évolutif que nous venons de parcourir. L'infection se généralise dans un même hôte.

[1] Le passage est établi entre les Grégarines polycystidées et les Coccidies par les *formes cœlomiques* des premières. Dans certaines conditions, le jeune cytozoaire, parasite d'une cellule épithéliale du tube digestif de l'hôte, se déplace vers le cœlome en refoulant les tuniques digestives (au lieu de bourgeonner vers la lumière de l'intestin), et poursuit son évolution *dans ces tuniques* où il s'enkyste; c'est le kyste mûr qui tombe dans la cavité générale. L'évolution des G. monocystidées serait une exagération de ce processus; le sporozoïte traverserait les tuniques intestinales sans s'y arrêter et évoluerait dans le cœlome.

IV. — Essais de classification.

Schneider considère le kyste d'une *Eimeria* comme une *spore* et admet que toute la masse du parasite se transforme, par conséquent, en une *spore* unique : d'où le groupe, créé par lui, des Coccidies monosporées. Il faudrait alors considérer comme une spore nue l'ensemble d'une *Hemamœba* divisée en sporozoïtes et reliquat de différenciation, comme deux spores nues l'ensemble d'un *Halteridium* à la fin de son évolution.

La classification des Cytozoaires est donc, d'après Schneider (si l'on y ajoute les *Hémosporidies* et les *Gymnosporidies*) :

1° Espèces à forme adulte libre :

α. Espèces polysporées : Grégarines polycystidées et monocystidées.

β. Espèces monosporées : Hémosporidies ou Hémogrégarines.

2° Espèces sans forme adulte libre :

α. Espèces donnant un nombre indéterminé de spores : Coccidies polysporées.

β. Espèces donnant un nombre déterminé de spores : Coccidies oligosporées.

a. Quatre spores : Tétrasporées.

b. Deux spores. 1. Spores à paroi résistante : Disporées vraies. 2. Spores nues : Gymnosporidies disporées.

γ. Espèces donnant une seule spore :

a. Spore entourée d'une paroi : Monosporées vraies (Eimeria).

b. Spore nue : Gymnosporidies monosporées.

Labbé s'est élevé contre cette classification et n'admet pas les Monosporées, prétendant que l'on ne saurait assimiler à une spore le kyste d'une *Eimeria*. On peut, si l'on veut, classer tous les Cytozoaires en les divisant d'abord en deux grands groupes à cycle évolutif endogène et exogène :

1. Évolution exogène. Le bourgeonnement du corps protoplasmique produit des *sporoblastes* qui deviendront des spores *résistantes*.

a. Une forme adulte libre : Grégarines.

b. Pas de forme adulte libre ; tout le développement est intra-cellulaire.

α. Un nombre indéfini de *spores* : Coccidies polysporées vraies.

β. Un nombre défini de *spores* (2 ou 4) : Coccidies oligosporées vraies.

2. Évolution endogène. Le bourgeonnement du corps protoplasmique produit des *sporozoïtes*.

a. Une forme adulte libre : Hémogrégarines.

b. Pas de forme adulte libre.

α. Une paroi au kyste (anciennes monosporées vraies) : *Eimeria*.

β. Pas de paroi : Gymnosporidies.

V. — Dimorphisme évolutif.

Une théorie récente due au Dr Pfeiffer établit un parallélisme complet entre l'évolution exogène et l'évolution endogène. Chaque espèce de Coccidies (et même de Sporozoaires) serait susceptible d'un développement endogène, chargé de répandre l'infection dans un même hôte, et d'un développement exogène, chargé de conserver l'espèce et de répandre l'infection d'hôte à hôte. On se demande, en effet, comment peut ne pas disparaître l'espèce des Coccidies à évolution endogène, lesquelles n'ont pas de forme de résistance capable de s'opposer à la destruction, une fois que leur hôte n'existe plus. Le sporozoïte n'est pas une forme de résistance et ne peut se développer que dans une cellule d'hôte déterminé. Au contraire, la spore résiste parfaitement à la dessication et à toutes les causes qui détruiraient les sporozoïtes ; elle ne s'ouvre et ne met ses sporozoïtes en liberté que dans un milieu approprié à leur évolution ultérieure, quand elle a elle-même été introduite dans l'hôte nécessaire.

De là la théorie du Dr Pfeiffer, qui, il faut bien le dire, s'est réclamée d'abord d'observations reconnues depuis erronées, et ne s'appuie encore que sur des hypothèses.

Mingazzini a décrit deux modes d'évolution du *Klossia octopiana*, Coccidie polysporée parasite du Poulpe. Mais il est possible qu'il se soit trompé et ait confondu, avec un cycle évolutif *endogène* de *Klossia*, le cycle normal d'une *Eimeria* parasite du même hôte [1].

Pfeiffer a décrit un bourgeonnement direct de nombreux sporozoïtes à la surface du corps protoplasmique d'un kyste de *Coccidium* (Coccidie tétrasporée) ; mais Schneider a montré que ce que le savant allemand a pris pour des noyaux de sporozoïtes, ce sont simplement des granulations chromatoïdes superficielles, *coexistant avec le noyau central non modifié*. Ici l'erreur est donc manifeste. Pour les autres cas de parallélisme, aucune observation directe n'existe ; on a seulement constaté la présence simultanée, dans ce même hôte, d'une Coccidie à spores véritables et d'une *Eimeria*, et l'on a *supposé* que ce pouvaient être deux formes évolutives différentes d'une même espèce parasitaire ; mais ce n'est qu'une *hypothèse*.

Voilà, rapidement résumée, l'histoire aujourd'hui connue des Cytozoaires ; on voit qu'il y a de grandes similitudes dans le cycle évolutif des diverses espèces exogènes et endogènes, que l'évolution du noyau, par exemple, est très caractéristique. Il est probable que, si l'on arrive à identifier à des Coccidies des parasites ou pseudo-parasites du cancer, ce sera dans les Gymosporidies qu'on devra les placer ; mais il faudra, pour en avoir le droit, connaître leur *cycle évolutif* qui, seul, serait caractéristique, et cela paraît fort difficile.

[1] Labbé considère comme des *spores* avortées les sporozoïtes du développement endogène attribué aux *Klossia* par Mingazzini.

VI. — Habitat. Rôle pathogène.

Les Grégarines habitent les Invertébrés et n'intéressent donc pas particulièrement ceux qui veulent étudier les néoplasmes cancéreux. Toutes les *Hémosporidies* et *Gymnosporidies* aujourd'hui connues, ainsi que toutes les *Coccidies tétrasporées*, habitent les Vertébrés.

On connaît le rôle pathogène des *Hemamœba* de la fièvre paludéenne. L'*H. Laverani* var. *quartana* évolue en soixante-douze heures, et les accès de fièvre correspondant aux époques de sporulation se reproduisent de trois en trois jours (fièvre quarte); l'*H. L. tertiana* évolue en quarante-huit heures (fièvre tierce). Il est probable que ces êtres n'agissent pas seulement sur l'organisme de l'homme par la destruction des globules rouges où ils habitent, mais qu'ils produisent une substance toxique donnant lieu à des accidents généraux.

Au contraire, d'autres Gymnosporidies semblent n'avoir qu'une action mécanique de destruction du globule. On connaît le rôle pathogène des Coccidies des lapins et des poules, Coccidies qui ont pu, dans certains cas, causer des accidents mortels aux hommes (observation classique de Gübler). Nous n'insistons pas sur ces questions très connues.

Une observation de Thélohan peut intéresser ceux qui étudient les affections cancéreuses. Cet auteur a décrit, en effet, chez les Poissons, des tissus d'apparence tout à fait anormale qui contenaient des *Coccidies tétrasporées;* il y a vu d'abord des néoplasies *dues* à une action spéciale sur le poisson de ces Cytozoaires parasites; mais il s'est rendu compte ensuite que ces tissus anormaux pouvaient exister chez des Poissons dépourvus de Coccidies, et que les mêmes Coccidies pouvaient se trouver dans des tissus non modifiés des Poissons. Il en a conclu que ces tissus anormaux préexistaient à l'envahissement parasitaire et constituaient simplement un milieu favorable au développement des Coccidies.

F. Le Dantec,
Maître de Conférences de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Lyon.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PURE.

I. — Généralités

Si les découvertes d'une importance capitale se produisent dans un pays quelconque, les lecteurs de cette *Revue* en sont aussitôt informés par un exposé émanant le plus souvent de l'auteur même. Cette situation est agréable pour le lecteur, mais difficile pour ceux qui, dans chaque science, sont chargés de résumer ici les progrès accomplis.

En ce moment la Chimie organique découvre des milliers de substances, quelquefois utiles, en épuisant toutes les ressources de théories déjà anciennes. Son symbolisme d'apparence algébrique reste le même. Les idées qui en feront plus que l'anatomie ou la topographie limitée des molécules, se font attendre; elles viendront, sans doute, de la Chimie physique et de la Chimie biologique, les deux réservoirs naturels et inépuisables de notre science.

La Chimie physique, de constitution récente, n'a pas fait, en ces derniers temps, de progrès comparables à ceux des années précédentes; elle discute ses propres bases. En présence d'innombrables constantes, elle cherche à en pénétrer le sens; les faits y sont, en effet, complexes comme l'ensemble des mouvements d'une foule. Sur ce terrain, les meilleurs esprits commencent par donner une équation représentative simple; leurs successeurs, aussi compétents, passent des années à compliquer l'équation primitive de termes nouveaux. C'est ainsi que la formule de Van der Waals est une création primesautière de l'esprit abstrait, bientôt transformée par les réalités expérimentales d'Amagat, qui ont plus fait pour la théorie des gaz que des années de calculs. Les brillantes hypothèses relatives aux *ions*, aux solutions, aux indices de réfraction, à la stéréochimie, ont été formulées et exposées ici même; mais on ne sait combien de temps il faudra attendre le jugement impartial du temps.

La Chimie physique et la Chimie organique actuelles ne reposent pas en tout point sur le terrain ferme des vérités démontrées; il y a toujours à la base une hypothèse, au moins, sur laquelle les esprits aventureux en échafaudent d'autres jusqu'à perdre pied. L'usage de ces hypothèses est on ne peut plus utile, même dans l'enseignement, si on les renouvelle souvent et les manie avec l'esprit du doute cartésien le plus large. En accordant trop de valeur dogmatique à ces idées destinées à passer, on risquerait de retarder les jeunes, qui étudient maintenant pour créer plus tard une doctrine scientifique qu'il ne nous sera, probablement, pas donné de connaître. C'est, peut-être, en appréciant d'une façon quelque peu analogue l'état des choses qu'un brillant retour s'est fait en faveur de la Chimie minérale, et que MM. Ramsay en Angleterre et Moissan en France ont montré tout ce qu'il y a là de faits tangibles, plus aptes à faire approcher la science de l'inconnu

qu'elle cherche qu'un demi-siècle de conjectures.

Signalons aussi une autre tendance qui procède du même sentiment et concerne les laboratoires. Pendant longtemps nous n'avions pas en notre pays un nombre suffisant de laboratoires ; on peut dire aujourd'hui qu'il y en a trop par rapport au nombre des travailleurs qui les fréquentent. Trop peu de jeunes bacheliers aisés y viennent prendre le goût de la Nature et orienter une vie humaine valant la peine d'être vécue. Un trop grand nombre d'étudiants, dans toutes les nations d'ailleurs, traversent les laboratoires en courant seulement après un diplôme qui leur permette de reproduire une autre éclosion de diplômés.

La plupart des laboratoires d'Europe, créés, il y a trente ans, surtout en vue de faire des expériences de cours, ne sont plus en état de rivaliser comme moyens avec l'industrie moderne. Il faudrait pouvoir changer l'outillage d'un laboratoire comme on change un armement vieilli : c'est ce que commencent à faire quelques laboratoires étrangers, recevant de la canalisation électrique de la ville un câble qui anime de nombreuses machines, permet la fusion des métaux ou l'électrolyse des sels les plus réfractaires.

Devant les résultats de la pratique, les savants ne comptent plus faire en laboratoire du fer, du cuivre, de l'aluminium, du chrome, etc. « *chimiquement purs* », comme on le disait un peu pompeusement autrefois. L'affinage en grand peut seul approcher du résultat, bien que rien ne soit chimiquement pur pour un bon analyste. Il est à souhaiter que quelques laboratoires de nos grands centres soient dotés des puissants moyens que la science moderne exige ; sans eux, on ne peut mieux faire qu'autrefois, il n'y a pas de grand progrès. On revient donc à l'idée de laboratoires ayant leur réputation spéciale, comme cela était au siècle dernier. Ne voit-on pas M. Ramsay envoyer l'argon à Paris pour passer à l'effluve au laboratoire de M. Berthelot, et faire liquéfier ses corps simples à Cracovie chez M. Olszewsky? Cette année-ci le titane n'a pu être isolé à Paris que dans un de nos plus puissants secteurs électriques où M. Moissan avait installé son four de réduction. Deux chimistes français, M. Manhès pour le cuivre et M. Minet pour l'aluminium, ont puissamment changé la métallurgie de ces éléments en dehors des laboratoires de recherches insuffisamment outillés. L'attention des savants ne saurait trop se porter sur l'appui que la science et l'industrie ont intérêt à se prêter mutuellement.

II. — Chimie générale et minérale

En Chimie générale, il n'y a pas, cette année, de découvertes, ni même d'observations d'un très grand intérêt. Tout le personnel disponible de cette science est occupé à faire des mesures en faveur ou en défaveur des théories avancées. Quelques faits bien surprenants se manifestent pourtant. Hannay et Hogarth, les premiers, puis Ramsay ont montré que des solides dissous dans des liquides très volatils les suivent sous la forme de molécules gazeuses au delà du point critique. C'est ainsi qu'un sel ne fondant qu'au rouge, 640°, l'iodure de potassium, un véritable solide, dissous dans l'alcool, passe à l'état de vapeur au point critique de ce dernier, à 240°. Aucun résidu salin ne reste dans le tube, alors que, s'il était seul, l'iodure métallique ne pourrait se volatiliser qu'à un millier de degrés plus haut, au rouge blanc. M. R. Pictet vient de faire des expériences semblables avec un corps coloré, l'alizarine, fusible à 290° et qui, à 240°, passe brusquement à l'état gazeux en suivant la vapeur d'alcool.

On s'occupe beaucoup à l'étranger d'un nouveau pyromètre de précision, fondé sur l'accroissement de résistance du platine en fonction de la température. MM. Heycock et Neville ont étalonné une série de fils de platine pur montrant la faible influence du métal. Les mesures se font par la méthode du pont de Wheastone et des résistances, qui ne laisse rien à désirer. Avec l'appareil constitué, ils ont dû résoudre le point le plus important : savoir si l'accroissement de résistance est proportionnel à la température. Pour cela, ils ont comparé les résultats donnés par leurs fils avec ceux obtenus dans la méthode du thermomètre à gaz par Troost et Hautefeuille, puis V. Meyer, ainsi qu'avec les méthodes calorimétriques de Violle et celle des couples thermoélectriques de Becquerel et H. Le Châtelier. Tous ces essais leur ont montré la parfaite régularité de l'accroissement des résistances, et MM. Heycock et Neville ont pu donner, grâce à cela, des points de fusion vers 1.000° qui comportent toute la précision des mesures électriques et ne s'écartent pas de 1° de la vérité. En raison de la sensibilité des mesures, bien des points ont pu être rectifiés, notamment l'antimoine fusible de 450° à 440°, d'après les autorités de Cornelly et de Pictet, et qui notoirement ne pouvait être liquéfié qu'au four Perrot. Cet antimoine fond à 629°.

Voici la liste des points de fusion relevés par les auteurs :

Sn = 231.9	Au = 1061.7
Zn = 419.4	Cu = 1089.5
Mg = 632.5	K^2SO^4 = 1066
Sb = 629.5	Na^2SO^4 = 883
Al = 654.5	Na^2CO^3 = 850
Ag = 960.7	

Tous les grands succès de l'année appartiennent

à la chimie inorganique. Lord Rayleigh et M. Ramsay ont découvert l'argon = A; bientôt après, M. Ramsay isolait l'hélium = He, corps simple caractérisé par une raie jaune, D_3, visible dans le spectre du Soleil (Hélios), mais qu'on n'avait vue dans la lumière émise par aucune matière du globe terrestre; c'était le mystérieux corps simple du Soleil. Mais l'analyse spectrale stellaire, puis celle des météorites nous apprennent que les corps simples sont en quelque sorte diffusés dans l'univers; l'hélium ne pouvait être exclu de notre terre. MM. Ramsay, Collie et Travers montrent, dans un travail récent, qu'il existe nombre de minéraux chargés d'azote, d'hydrogène, d'argon et d'hélium, à peu près comme le bioxyde de manganèse est chargé d'oxygène.

Les pierres hélifères sont des minerais d'uranium, comme la pechblende, la bröggerite, la clévéite ou d'autres minéraux complexes, ceux des terres rares, où la Nature semble avoir accumulé tous les déchets inséparables et précieux de sa chimie. C'est ainsi que l'orangite ou silicate de thorium hydraté, la samarskite et surtout la monazite (phosphate de Ce, La, Yt, Th, Er, Nd, Pr...) nous apparaissent comme des minerais d'hélium. L'air atmosphérique ne contient que de l'argon sans hélium. Enfin, le Dr Palmieri avait déjà vu, en étudiant les gaz sortant de la lave du Vésuve, une raie $\lambda = 587.5$. Les déjections des profondeurs du globe, aussi bien que la surface du Soleil, contiennent donc de l'hélium.

L'hélium, l'argon et peut-être un troisième corps qu'on prévoit nous révèlent une famille d'éléments encore totalement inconnus en Chimie. Seule, la classification par familles indépendantes de Dumas est assez large pour faire place à ces nouveaux venus. La classification de Mendeleef, si féconde pendant vingt ans par les travaux qu'elle a suggérés, se prête difficilement à l'admission des deux gaz qu'on vient de découvrir. L'enthousiasme provoqué par des succès mérités a fait oublier que ce système classait le chrome à côté du soufre, le manganèse près du chlore. Le tellure désobeit déjà au principe fondamental de la table : la distribution par ordre croissant de poids atomique, qui tire son origine du livre de B. de Chancourtois. Et maintenant il faut absolument le vouloir pour trouver dans les colonnes du tableau périodique une place raisonnée et analogique à l'hélium He = 4,26 et à l'argon A = 39,9 [1], gaz plus éloigné du chlore 35,5 que du calcium 39,9, qui est un métal solide.

Il est bien démontré maintenant que l'argon et l'hélium sont des corps simples; ils ont servi de fluide thermométrique; on connaît leur loi de dilatation et ils satisfont à l'équation des gaz, $PV = RT$ entre $-88°$ et $+250°$. On a déterminé sur eux le rapport $\frac{C}{c}$ des chaleurs spécifiques par une mesure de vitesse du son, et, si l'on admet avec Clausius que l'énergie totale E d'un gaz est liée à l'énergie e affectée seulement à la translation de ses molécules par la relation $\frac{e}{E} = 3\frac{C-c}{2c}$, on arrive à cette conclusion que $e = E$.

Il n'y a donc dans les gaz de la nouvelle famille, selon les idées actuelles, qu'une énergie de translation, sorte d'énergie balistique pourvoyant à l'agitation des molécules et ne leur laissant que peu ou point d'activité chimique disponible. En fait, l'hélium et l'argon ne se combinent spontanément à rien. L'argon, malgré son poids atomique élevé (39,9), ne se maintient liquide qu'à 187° au-dessous de zéro, plus bas encore que l'oxygène (16). C'est un liquide incolore, ayant une densité de 1,5 et se solidifiant à — 189°.

En présence des propriétés nettement établies de ces corps et des difficultés de classification dont il vient d'être question, il convient de signaler dans les *Comptes Rendus* de l'Académie un important mémoire du savant le plus autorisé dans ces questions. M. Lecoq de Boisbaudran, par des considérations de classification et de spectrométrie, a fixé le poids atomique du gallium qu'il découvrait bientôt après. Son système lui a permis précédemment de calculer d'avance le poids atomique du germanium, et aujourd'hui il signale par cette même voie le poids atomique 3.89 pour l'hélium. M. de Boisbaudran admet l'existence de familles naturelles, ayant toutes l'hydrogène pour origine, composées de cinq corps dont un prépondérant formant un point nodal. A titre d'exemple, il réunit les familles qu'il a étudiées jusqu'à présent le plus spécialement dans l'ordre suivant :

					γ	Bi	Pb	Tl	
	Ba	Cs	ζ	I	Te	Sb	Sn	In	
	Sr	Rb	ε	Br	Se	As	Ge	Ga	
Série	Ca	K	δ	Cl	S	Ph	Si	Al	*nodale*
	Mg	Na	γ	Fl	O	Az	C	Bo	
	Gl	Li	β	α					
	H	H	H	H	H	H	H	H	

Les lettres grecques représentent les corps à découvrir, parmi eux β vient d'être trouvé : c'est l'hélium, premier terme de la famille : hélium, argon...

En dehors du point de vue théorique, il devient expérimentalement certain que le plomb doit être mis dans les classifications à la suite de l'étain et

[1] La densité de l'argon est 20 par rapport à l'hydrogène; mais, sa molécule ayant été démontrée simple, le poids atomique est double et s'éloigne de celui du fluor.

le glucinium dans le groupe des bases alcalines et non de l'alumine. Ce dernier point a été confirmé par M. A. Combes, qui a pris la densité de vapeur d'un dérivé bien défini, l'acétylacétonate de glucinium $Gl(C^5H^7O^2)^2$. Un autre point se pourrait peut-être trancher par cette voie, celui de l'atomicité des terres rares, telles que la Scandine, l'Yttria... pour lesquelles on admet sans preuves assez solides le type de formule X^2O^3.

Parmi les conquêtes de l'année scientifique se trouvent la préparation du titane et du molybdène en lingots de métal affiné. Le titane était jusqu'à ce jour une de ces « poudres grises » de composition vague que, depuis Berzelius, on décorait du nom de métaux, sans doute pour ne pas paraître ignorer des éléments dont les composés nous étaient bien connus. Mais aucune puissance de laboratoire ne permettait d'obtenir ces corps simples avant que M. Moissan n'eût institué la réduction de tous les oxydes réfractaires au moyen de son four électrique relié à des machines donnant un courant de 800 ampères sous 60 volts, soit 48.000 watts longtemps soutenus. Dans ces conditions l'acide titanique TiO^2 et l'acide molybdique MoO^3, d'abord réduit à l'état de MoO^2, ont laissé couler des kilogrammes de métaux purs. Avec une machinerie moyenne, le charbon ne réduit l'acide titanique qu'à l'état d'oxyde bleu inférieur; une plus grande énergie conduit à de l'azoture de titane et il faut atteindre les températures extrêmes où l'azoture titanique se dissocie pour avoir du métal coulant. Le molybdène, moins difficile à obtenir, moins susceptible à l'azote de l'air, a donné un métal doux qui se lime et se polit; il forme des carbures susceptibles de trempe par cémentation ou fusion sur le charbon.

On sait que les substances capables de précipiter le sodium de l'un de ses sels quelconques sont d'une excessive rareté. Le pyroantimoniate acide de potassium de Frémy est le seul réactif du sodium couramment connu. De nouveaux travaux ont été faits par M. Fenton (*Chem. Society*, 1895) sur l'acide dioxytartrique de Gruber, dont la formule paraît être $CO^2H—[C(OH)^2]^2CO^2H$. Selon l'auteur, cet acide, en présence de solutions salines, précipiterait quantitativement le sel

$$C^4H^4Na^2O^8,\ 2\tfrac{1}{2}\ H^2O.$$

III. — Chimie organique

La Chimie organique proprement dite tend, entre des mains habiles, à renoncer au rôle aride et sans but d'une algèbre dont le degré de complication sur le papier n'apporte pas une lumière correspondante dans la nature des faits. Un jour, sans doute, cette partie de la science ne sera que la préparation, obligée et relativement simple, de la Chimie biologique. Dans cet ordre d'idées M. E. Fischer (*Ber.* t. 27) revient sur une hypothèse qu'il avait émise précédemment et selon laquelle les seuls groupes chimiques des cellules vivantes qui puissent faire fermenter un sucre donné, doivent avoir la même configuration ou disposition des fonctions que lui. Les travaux, universellement connus, de M. Fischer ont créé la chimie théorique des sucres et montré, par une suite de synthèses, la relation existant dans ces corps entre les propriétés optiques et la disposition plus ou moins symétrique des groupes saturants. Afin d'éclaircir ces faits connus, je rappellerai les formules du glucose vulgaire ou dextroglucose (d.-glucose) :

$$CH^2(OH) - \underset{OH}{\overset{H}{C}} - \underset{OH}{\overset{H}{C}} - \underset{H}{\overset{OH}{C}} - \underset{OH}{\overset{H}{C}} - COH$$

et du lévoglucose (l.-glucose), aldéhyde qui lui est exactement comparable :

$$CH^2(OH) - \underset{H}{\overset{OH}{C}} - \underset{H}{\overset{OH}{C}} - \underset{OH}{\overset{H}{C}} - \underset{H}{\overset{OH}{C}} - COH.$$

Le lévulose ordinaire :

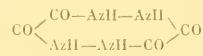
$$CH^2OH - \underset{OH}{\overset{H}{C}} - \underset{OH}{\overset{H}{C}} - \underset{H}{\overset{OH}{C}} - CO - CH^2OH.$$

si fréquemment mélangé au glucose dans la nature, appartient à une fonction chimiquement distincte : celle des acétones. Mais, pour les deux premiers sucres ou leurs éthers méthyliques (méthylglucosides), comportant eux-mêmes une isomérie pour chaque sucre, il suffira de la simple différence dans la disposition des (OH) pour que certaines sécrétions cellulaires puissent ou ne puissent pas les faire fermenter. Les principes actifs de ces sécrétions paraissent ainsi porter en eux des dispositions semblables à celles des molécules qu'ils attaquent ou des dispositifs alternes. Il peut donc y avoir stabilité ou mise en mouvement des principes de cellules vivantes selon l'accord ou le désaccord simplement stéréo-chimique avec une molécule étrangère. On voit poindre là une base d'étude expérimentale sur les poisons. Les toxines et les antitoxines, ces redoutables agents de maladie ou de guérison, ne sont encore à nos yeux que des albumines, corps bien analogues aux produits protoplasmiques vivants ou de déchet. On peut les concevoir inoffensifs; mais, sous de très faibles influences, des corps chimiques, aujourd'hui bien connus dans leur formule développée, changent leur disposition dans l'espace, deviennent vénéneux ou cessent de l'être. A la clarté encore faible de ces notions, on se prend à

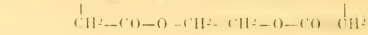
penser que l'atténuation des virus, l'immunité et la sérumthérapie sont des phénomènes de stéréochimie d'une extrême délicatesse.

Du dextroglucose dérivent l'α-méthyl-d.-glucoside et le β-méthyl-d.-glucoside. M. E. Fischer, qui a obtenu ces corps, a observé en fait que l'émulsine, suc cellulaire non figuré, fait fermenter le dérivé β : c'est un poison pour lui. Le dérivé α n'est pas entamé ; il n'y a que l'invertase, suc de la levure de bière, qui le détruise, alors qu'il est sans effet sur β. Il en va de même pour de nombreux composés cités dans le mémoire de l'auteur. L'heure vient d'étudier avec de puissants moyens les poisons microbiens : car on ne sait rien sur la nature chimique développée de l'émulsine, de l'invertase et des toxines.

L'usage institué par les fondateurs de la Chimie organique en matière de formules de constitution était de réunir tous les faits connus, de les discuter et de construire une formule schématique les représentant *tous*. Un fait établi contrairement à la formule déployée entraîne sa déchéance. L'application stricte de ce système exige beaucoup de travail utile et fait souvent changer les formules, images passagères. En ce moment, le camphre reste toujours un sujet de discussion. MM. Haller à Nancy, Béhal à Paris et Tiemann à Berlin étudient la question d'une manière approfondie, qui conduira sans doute à une formule assez durable. Mais, à côté de ces travaux de grand mérite, on manie beaucoup trop de formules, ne représentant qu'un petit nombre de faits et qualifiées couramment de *vraisemblables*. M. Curtius, dont on connaît les remarquables travaux sur l'acide azothydrique et les dérivés polyazotés, découvre un corps $C^3H^4Az^4O^4$, et cette expression reçoit bientôt la formule *probable* :

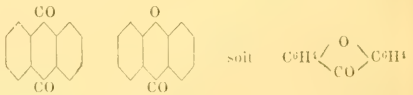


d'après un trop petit nombre de réactions connues. Alors que la constitution de la benzine C^6H^6 est toujours un problème en discussion, on ne sait que penser de ces cycles ou noyaux octogones, introduits peu à peu dans l'usage sans démonstration rigoureuse. Cette question des cycles polygonaux a cependant beaucoup occupé l'opinion, et une théorie de Baeyer sur leur tension de flexion interne ne semblait pas accorder de stabilité aux polygones d'un grand nombre de mailles. C'est sans ennui que je vois disparaître peu à peu cette théorie, mais avec l'espérance qu'on discutera au fond cette importante question des cycles, très abandonnée, et pratiquée seulement de confiance. Que penser encore d'une formule telle que :



donnée par M. D. Vorländer [1] et fondée sur un fait de synthèse succinoéthylénique? Il est peut-être juste d'abonner la notion des cycles trop limités, mais encore faudrait-il élucider cette question.

Avant qu'on ne connût les matières colorantes artificielles de la houille, et dès l'Antiquité, la teinture faisait usage des extraits de végétaux colorants, tels que ceux de gentiane, de gaude, de graine de Perse, des Rhamnées, des Quercinées, puis ensuite des bois de campêche et du Brésil. L'emploi de ces matières n'a jamais cessé, malgré le succès des produits artificiels dérivés surtout du triphnéylméthane. Mais l'impureté des extraits et la complexité des formules faisait dédaigner l'étude de ces principes naturels. D'ailleurs, la Chimie des couleurs ne possédait même pas de type synthétique auquel on pût les rattacher. Depuis quelque temps, un nouveau groupe colorant a pris de l'importance dans ces questions. C'est la xanthone ou diphéno-γ-pyrone, sorte d'anthraquinone incomplète :

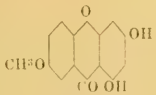


En disséquant davantage ces molécules, on y reconnaît les groupes :

On sait que l'anthraquinone est la substance mère de la garance rouge ; de même on commence à voir aujourd'hui que la datiscine, la gentisine (gentiane), la chrysine, le fustet, et probablement le brésil et le campêche sont des molécules plus ou moins complexes nées de la xanthone. Après la reconstitution synthétique de la garance, puis de l'indigo, on a renoncé pendant des années à tout effort sur les autres couleurs de la teinture ancienne, le chimiste ne discernant là aucun des radicaux auxquels il était accoutumé. Récemment (Monatshefte, 1895) S. v. Kostanecki et Tambor ont repris ces études et refait de pleine synthèse la couleur jaune de la gentiane en unissant par voie de condensation l'acide hydroquinone carbo-

[1] *Annalen*, t. 280, 1894.

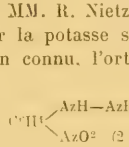
nique ($OH_1OH_1CO^2H_2$) avec la phloroglucine, triphénol symétrique très fréquent dans les végétaux. Il se fait ainsi une trioxyxanthone dont le monométhyléther :



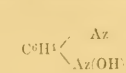
est la couleur cherchée. La datiscétine, selon Schunck et Marchlewsky, appartient au même type. Enfin, dans l'important laboratoire de recherches dû entièrement à l'initiative privée des tailleurs anglais — *Clothworker's Research Laboratory* — A. G. Perkin, accumulant les matériaux *purs* nécessaires, a rectifié les anciennes analyses des colorants naturels et établira, cela n'est plus douteux, la constitution de ces matières. On ne saurait trop faire attention en France à ce mouvement qui pousse certaines associations de travailleurs à se créer des laboratoires qui assureront la suprématie à leur aptitude professionnelle. Par une autre voie, dans notre pays, l'accès de laboratoires de recherches est ouvert à tous. L'École municipale de Physique et de Chimie notamment possède un service à cet usage, et il est à souhaiter que le monde des inventeurs et des chercheurs en prenne de plus en plus le chemin.

Les terpènes, analogues à l'essence de térébenthine, ont tous une même formule très simple $C^{10}H^{16}$. Cependant il est incontestable, d'après leurs propriétés, qu'ils sont on ne peut plus nombreux; selon les végétaux d'où ils dérivent, ces propriétés changent. La Chimie plane ne peut écrire d'après ses règles qu'un nombre très insuffisant de formules pour les représenter. Mais, en surchargeant chacune de ces formules des isomères stéréo-chimiques qu'elle comporte, on aura bien probablement autant de représentations rationnellement établies que de faits naturels connus. Un tel travail pour les terpènes serait comparable à celui déjà réalisé par M. E. Fischer pour les sucres. C'est à cette tâche que se livre depuis quelque temps M. A. von Baeyer dans ses notes intitulées : « Orientation dans la série des terpènes », et publiées dans les *Berichte*. Ce travail considérable est fondé sur la détermination des positions *cis* et *trans* des groupes substitués dans les molécules terpéniques ; il ne pourra être exposé que lorsque ces recherches, de nature et d'interprétation fort délicates, auront donné un résultat en quelque sorte statistique. L'exactitude de la théorie sera alors confirmée par *le nombre* de ses coïncidences avec les faits.

Les nouvelles fonctions qu'on a trouvées en chimie organique sont tellement nombreuses qu'il y a moins de curiosité à s'en occuper. Tous les groupes constants qu'on retrouve par une dislocation moléculaire partielle dans une série de corps se nomment fonctions et sont mis entre parenthèses ou reconnus par un œil exercé dans les formules. Une chose plus intéressante est d'obtenir ces fonctions par des réactions simples et inattendues. MM. R. Nietzky et Braunsweig [1], en faisant agir la potasse sur un corps depuis longtemps bien connu, l'orthonitrophénylhydrazine

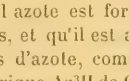


ont observé une réaction très intense : il s'est fait le sel d'un corps de nature acide, qu'ils nomment un *azimidol* :

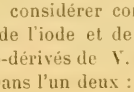


type d'une nouvelle série de matières s'unissant aux métaux. Il est curieux de remarquer que OH fixé sur un seul azote est fortement basique dans les ammoniums, et qu'il est acide dans ces fortes agglomérations d'azote, comme H est acide dans l'acide azothydrique Az^3H de Curtius.

Souvent, dans toutes les branches de la Chimie, on est amené à considérer combien sont grandes les analogies de l'iode et de l'azote. On connaît déjà les iodoso-dérivés de V. Meyer, comparables aux nitrosés. Dans l'un deux :



l'iode joue même exactement le rôle de l'un des azotes de l'azimidol ci-dessus et fait partie d'un cycle pentagonal. M. W. Ranm (*Berichte*, t. XXVII, p. 3232) a voulu que l'iode fît partie d'un noyau hexagonal, comme cela est fréquent dans la Chimie aromatique, et il y est arrivé en construisant la substance :



Ce genre de Chimie est une véritable architecture : c'est l'art de bâtir avec des matériaux quelconques des édifices de divers styles.

A. Étard.
Répétiteur de Chimie
à l'École Polytechnique.

[1] *Berichte* t. XXVII, p. 3381.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

TORPILLEUR EN ALUMINIUM — ACTION DES COURANTS ALTERNATIFS A HAUTE TENSION SUR L'HOMME

L'aluminium est lent à s'affirmer comme métal pratique et industriel. Les applications sérieuses en sont encore excessivement rares. Il est vrai qu'il a donné lieu tour à tour aux plus grandes espérances et aux plus grandes déceptions. Et aujourd'hui, non seulement nous ne savons pas le produire à bon marché; mais toute question de prix de revient mise à part, les spécialistes en sont encore à chercher pour chaque application quel est le meilleur alliage. Car on sait que l'aluminium ne peut guère s'employer pur. Il faut, pour une application donnée, le mélanger ou le combiner avec d'autres métaux.

L'emploi de l'aluminium dans la construction des navires, notamment, a donné lieu pendant ces derniers temps à des discussions passablement obscures. Les uns ont prétendu, preuves en main, que l'aluminium ne pouvait être employé au contact de l'eau de mer. Les autres, au contraire, assuraient qu'il pouvait l'être et ils possédaient, paraît-il, des preuves non moins certaines que les premiers. Le cas évidemment est embarrassant et mérite un examen approfondi. *A priori*, il n'en résulte qu'une chose : c'est que très probablement l'aluminium est attaqué par l'eau de mer dans des circonstances encore mal définies et mal connues de nous. En attendant que cette question soit scientifiquement éclaircie, nous pouvons noter que de petits bâtiments en aluminium ont déjà été mis à l'eau et leurs constructeurs affirment qu'ils tiendront parfaitement.

Le gouvernement français possède même un bateau torpilleur de seconde classe dont la coque est faite de ce métal. Ce navire a dernièrement été l'objet d'une communication de M. A.-F. Yarrow à l'*Institution of Naval Architects*, communication intéressante en ce sens qu'elle donne l'historique de la construction et des essais qu'elle a provoqués. Nous lui avons emprunté les documents qui vont suivre.

C'est il y a environ deux ans que le gouvernement français résolut d'introduire dans sa marine des torpilleurs de seconde classe destinés à former une partie de l'armement des grands cuirassés ; il fit appel aux constructeurs pour un premier essai de ce genre.

La légèreté, dans ce cas, est évidemment un point de première importance : d'abord, elle diminue le déplacement d'eau et augmente la vitesse ; ensuite, elle donne plus de facilité pour hisser le bateau à bord du navire qui doit le porter et pour l'en descendre ; enfin, elle augmente la stabilité de celui-ci. D'ailleurs les conditions imposées par le Gouvernement français étaient, paraît-il, assez sévères sous le rapport de la vitesse et du poids. Les constructeurs pensèrent qu'il y avait là une occasion d'essayer les qualités de l'aluminium et firent dans ce sens des offres qui furent acceptées. Ils donnèrent aux plaques de métal une épaisseur de moitié plus grande que dans les cas habituels, et, la densité de l'aluminium étant un tiers de celle de l'acier, le poids total devait être ainsi diminué de 50 %. Mais l'emploi de l'aluminium pur fut impossible, ainsi qu'on en peut juger par les chiffres du tableau I.

Les deux séries d'expériences ont été faites en suivant deux directions rectangulaires : l'une parallèle à la direction du laminage, l'autre perpendiculaire. Les chiffres qu'elles ont donnés ne sont pas assez élevés pour faire accepter l'aluminium. Il a donc fallu chercher à le rendre plus résistant en l'alliant à d'autres métaux, sans toutefois lui faire perdre sa grande qualité de légèreté qui le rendait si précieux dans notre cas. Après différents essais, les constructeurs se sont arrêtés à un alliage contenant seulement 6 % de cuivre, c'est-à-dire une très faible proportion de métal lourd.

Tableau I

Résultats des expériences de résistance à la traction faites sur des plaques d'aluminium pur.

Charge correspondant à la limite d'élasticité (en kil. par mm²)	Charge de rupture en kil. par mm²)	Rapport des deux charges %	Allongement mesuré sur 0m,25	Allongement %
6.946	12.035	57.7	0m,064	25.5
7.030	11.868	59.2	0m,062	24.8
MOYENNES : 6.988	11.951	58.45	0m,063	25.1
9.117	12.807	71.2	0m,034	13.2
9.227	11.986	77	0m,0133	5.3
MOYENNES : 9.172	12.396	74.1	0m,0236	9.25

Le tableau II donne les résultats des essais de traction qui ont été faits sur des plaques de cet alliage.

Tableau II

Résultats des expériences de résistance à la traction faites sur des plaques d'aluminium à 6 % de cuivre.

Charge correspondant à la limite d'élasticité (en kil. par mm²)	Charge de rupture en kil. par mm²)	Rapport des deux charges %	Allongement mesuré sur 0m,25	Allongement %
20.952	23.719	88.3	0m,009	3.6
23.512	26.185	89.8	0m,0095	3.8
MOYENNES : 22.232	24.952	89.05	0m,00925	3.7
22.946	24.979	91.9	0m,0075	3
24.273	27.663	87.7	0m,0075	3
MOYENNES : 23.609	26.321	89.8	0m,0075	3
Après un recuit : 6.148	19.002	32.4	0m,052	20.9

La dernière ligne du tableau montre de quelle grande quantité varient les propriétés du métal selon la manière dont on le traite. Recuit, il atteint sous une très faible charge sa limite d'élasticité et donne un allongement considérable; complètement dur, ou trempé si l'on veut, sa résistance augmente énormément, mais il devient tout à fait cassant. L'alliage finalement choisi a été un alliage demi-doux donnant 25 à 26 kg. par mm² et un allongement très faible. On peut très facilement le marteler à froid et le plier sous un angle aigu sans qu'il présente aucun signe de craquement.

Mais la question de résistance n'était pas la seule en jeu; il y avait aussi celle de l'attaque du métal par l'eau de mer. Nous avons dit quelles contradictions existent sur ce sujet parmi les spécialistes. M. Yarrow est de ceux qui croient à la neutralité de l'eau de mer vis-à-vis de l'aluminium, pourvu cependant qu'elle ne soit provoquée par aucune action galvanique due au contact entre l'aluminium et un autre métal, le cuivre par exemple. Des plaques sont restées 12 mois en expérience sans présenter de traces sérieuses d'altération. Et ces plaques n'étaient pas peintes; les parties extérieures des navires, au contraire, ne sont point laissées à nu. M. Yarrow cite à l'appui de son affirmation sur l'action galvanique l'exemple du *Vendenesse*, petit yacht à voile en aluminium construit à Paris il y a près de deux ans. Il s'est très bien conservé, sauf en quelques endroits, où des pièces en cuivre avaient été mises en contact direct avec l'aluminium. En ce point l'attaque a eu lieu. Une action du même genre était observée quand le yacht se trouvait amarré près d'un autre bateau dont le fond présentait quelque partie cuivrée. Le contact entre les deux métaux était obtenu par l'intermédiaire des chaînes qui se mêlaient au même point d'attache.

Par suite de cette observation, toutes les parties de la coque qui devaient être soumises à l'action de l'eau salée, ont été réunies par des rivets en aluminium. Partout ailleurs, on a employé des rivets en fer doux.

Les alcalis sont aussi des ennemis de l'aluminium. En conséquence, il faut éviter de l'employer aux endroits où il pourrait être attaqué par eux. D'un autre côté, les températures élevées le détruisent rapidement par oxydation. A basse température, l'oxydation, au contraire, n'est que toute superficielle, et la première couche d'oxyde protège les parties intérieures.

Dans la machinerie on a employé, chaque fois que cela a été possible, le bronze d'aluminium et le bronze au manganèse. Les machines elles-mêmes ne présentent rien de très original; elles sont à triple expansion et peuvent développer 275 à 300 chevaux.

Les conditions du marché étaient que le bateau aurait 18 mètres de longueur, 2m80 de largeur et ne pèserait pas plus de 11 tonnes, machines comprises. Avec une charge de 3 tonnes il devait, pendant un essai de deux heures, fournir une vitesse d'au moins 18 nœuds 3/4. La réception eut lieu le 20 septembre dernier : la vitesse moyenne obtenue fut de 20 nœuds 538; le bateau pèse 10 tonnes. La machinerie complète, comprenant l'eau contenue dans la chaudière et le condenseur, atteint à peine le poids de 18 kg. par cheval indiqué.

L'emploi de plus en plus fréquent des courants alternatifs, l'usage qui en est fait par la justice américaine, les objections soulevées par M. d'Arsonval, les discussions qu'elles ont provoquées, les curieuses expériences entreprises sur les courants à très grandes fréquences par le savant que nous venons de citer, tout a contribué, en ces dernières années, à diriger l'attention des chercheurs vers les effets produits par le courant alternatif sur le corps et sur le cerveau de l'homme.

Lorsqu'un ouvrier, accidentellement intercalé dans un circuit à haute tension — et le cas se présente malheureusement trop souvent — a le bonheur d'être rappelé à la vie, il devient immédiatement l'objet de nombreuses questions. On l'interroge minutieusement sur les moindres détails des sensations qu'il a pu éprouver. Contrairement à ce qu'on pourrait penser, le cerveau ne se trouve pas absolument paralysé [1]; il reste aux victimes, malgré la perte totale apparente des sens, au moins une notion du temps qui s'écoule, et on les voit souvent apprécier celui pendant lequel elles ont été en contact avec le circuit. D'ailleurs, cette appréciation est toujours erronée et, chose curieuse, l'erreur est de même sens chez tous les individus : le temps annoncé est invariablement plus long que le temps réel. Cette curieuse observation vient d'acquérir une nouvelle importance à la suite d'une expérience involontaire faite sur lui-même par M. Ludwig Gutman, membre de *The American Institute of Electrical Engineers*. Soit que la tension à laquelle il a été soumis ait été moins forte que dans les précédents accidents, soit pour une tout autre cause, M. Ludwig Gutman a pu étudier avec plus de détails les sensations qu'il a éprouvées et nous apporter mieux qu'une fausse évaluation d'un temps.

C'est dans *Electric Power* qu'il nous raconte son accident. « Ayant, dit-il, terminé quelques expériences sur un nouveau type de transformateur, je sortis de la salle où j'étais pour aller ouvrir le commutateur commandant le circuit primaire, et revins, ne pensant pas que quelqu'un pût derrière moi le refermer immédiatement; aussi, sans prendre aucune précaution, je séparai l'une des bornes du fil qui y aboutissait; mais le courant avait été rendu à l'appareil, de sorte que, par ce mouvement, je m'intercalai dans le circuit à haute tension. Pendant un instant, je fus complètement étourdi; puis, je revins à la conscience de mon existence, mais je me sentais incapable de respirer, d'appeler au secours, de me mouvoir même. Tous mes muscles étaient contractés. Le bruit d'un atelier voisin me semblait très faible; j'entendais à peine les coups d'un marteau qui d'ordinaire faisait cependant un si grand vacarme. Je ne songeais pas le moins du monde au danger dans lequel j'étais. Mes bras étaient secoués comme par l'effet de la vigoureuse et joyeuse poignée de mains que m'aurait donnée quelque géant : c'étaient les impulsions successives du courant qui me semblaient se succéder lentement. Je sentais parfaitement chaque secousse naître à l'endroit de la main et remonter le long du bras. Un temps passablement long s'écoulait jusqu'à la secousse suivante. » Enfin, les fils ayant profondément brûlé la peau, les contacts devinrent plus mauvais, les mains de M. Gutman s'ouvrirent et il se trouva libre. Il ne lui restait de son accident qu'une grande faiblesse dans tous les membres et la sensation d'une chaleur brûlante. Il s'était trouvé, d'ailleurs, dans des circonstances particulièrement favorables et soumis à une tension relativement faible, puisqu'il était, par rapport aux bornes de l'alternateur, donnant environ 1150 volts, en série avec la bobine primaire du transformateur.

Dans de tels accidents, une petite partie du cerveau conserve donc, au détriment de tout le reste, sa vie complète, mais avec d'importantes modifications — nous sommes tentés de dire avec d'importants perfectionnements —; elle reçoit le pouvoir de différencier des sensations qui se succèdent avec une vitesse beaucoup plus grande que la vitesse au delà de laquelle d'ordinaire elles se confondent. Dans le cas que nous signalons aujourd'hui, il y avait 16,000 alternances par minute, c'est-à-dire que le cerveau du patient était capable de séparer nettement des coups entre lesquels il n'y avait qu'un 266e de seconde. De là vient l'explication de l'erreur commune à tous les foudroyés : ils jugent de la longueur du temps par la manière dont ils ont pu apprécier les sensations qu'ils ont éprouvées. D'ailleurs, M. Ludwig Gutman déclare qu'il n'était pas en son pouvoir d'appliquer son attention à compter les secousses successives qu'il recevait bien que les distinguant parfaitement.

Le phénomène est curieux et inattendu : nous le livrons aux méditations des physiologistes et des psychologues, s'ils pensent qu'il est capable de les intéresser. Nous le rapprocherons toutefois de cette autre observation que nous nous contenterons d'énoncer : les songes qui nous paraissent durer plusieurs heures durent à peine quelques secondes.

A. Gay,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique

[1] Bien entendu, nous ne prétendons pas rouvrir ici un débat à propos de l'électrocution. Nous parlons seulement des personnes chez qui le passage du courant à haute tension amène une mort apparente, sans nous inquiéter de savoir s'il peut quelquefois amener une mort complète et immédiate.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Véronèse (Giuseppe), *Professeur à l'Université de Padoue.* — **Grundzüge der Geometrie von mehreren Dimensionen.** (*Principes fondamentaux de la Géométrie à plusieurs dimensions*), *übersetzt von Adolf Schepp.* — 1 *vol. gr. in* 8°, *de XLVII*-710 *pages* (*Prix* : 25 *fr.*). *B. G. Teubner, éditeur, Leipzig*, 1895.

C'est dans les applications de l'Algèbre à la Géométrie que l'on doit chercher l'origine de la Géométrie à n dimensions. Au point de vue analytique, ces applications étaient limitées à la Théorie des fonctions de une, deux, ou trois variables (ou à la Théorie des formes binaires, ternaires ou quaternaires). Mais l'esprit de généralisation, si puissant chez nos savants modernes, engagea les géomètres à s'affranchir des liens que le monde physique semble imposer à l'esprit humain, et ils envisagèrent l'espace à n dimensions.

D'autre part, le *postulat d'Euclide* a donné lieu, pendant ce siècle, à une série de travaux sur la conception de l'espace; nous citerons, entre autres, les célèbres mémoires de Lobatschewsky, de Bolyai et Riemann, qui renferment les principes fondamentaux de cette partie de la science désignée aujourd'hui sous le nom de *Géométrie non euclidienne.*

La notion d'un espace à n dimensions est, par son origine et par son but, essentiellement analytique. Elle apparaît déjà dans les travaux de Cauchy, et, encore de nos jours, elle ne joue en analyse que le rôle d'un simple langage répondant à un besoin de généralisation. C'est à Plücker que revient le mérite d'avoir donné à cette notion une forme géométrique, grâce à sa remarque qu'à notre espace on peut attribuer un nombre quelconque de dimensions, suivant l'élément générateur que l'on considère. M. Cayley traça une autre voie, très féconde également, dans laquelle on examine la théorie au point de vue projectif; ses idées furent reprises beaucoup plus tard par M. Clifford dans son étude générale sur les courbes dans l'espace à n dimensions. Mais cette branche nouvelle de la science géométrique n'est définitivement établie que depuis les travaux remarquables de M. Véronèse qui est parvenu à la constituer en un véritable corps de doctrine.

C'est la traduction allemande de ce traité qui fait l'objet de ce compte rendu. L'auteur nous présente la Géométrie à plusieurs dimensions dans un exposé *purement synthétique*, analogue à celui de la Géométrie euclidienne. Il tient à confirmer de cette façon la conception essentiellement géométrique de l'espace à n dimensions. Un grand nombre de propositions, leur groupement et leurs développements sont dus à M. Véronèse.

Après avoir consacré, comme *Introduction*, deux cents pages aux principes fondamentaux des formes mathématiques abstraites, le géomètre italien commence par établir les éléments de la Géométrie ordinaire, *sans avoir recours au cinquième axiome d'Archimède*, qui repose uniquement sur des considérations pratiques. La première partie est entièrement destinée à l'étude de la droite, du plan et de l'espace à trois dimensions dans l'espace général. On y trouve, comme cas particuliers, les systèmes de Lobatschewsky et de Riemann.

La seconde partie traite de l'espace à quatre et à n dimensions considéré dans l'espace général. L'auteur montre comment *un espace* S_n *peut être engendré à l'aide d'un espace* S_{n-1} *et d'un point choisi en dehors de ce dernier;* puis il passe à l'étude des principales propriétés de l'espace euclidien à n dimensions.

L'*Appendice* contient plusieurs notes avec de nombreuses indications bibliographiques, et, en particulier, un intéressant exposé *critique* des mémoires les plus importants sur les principes de la Géométrie.

Ces quelques lignes ne peuvent donner qu'un aperçu très imparfait des richesses géométriques contenues dans cet imposant travail. L'ouvrage de M. Véronèse sera non seulement lu avec beaucoup d'intérêt par les géomètres, mais il mérite encore d'être signalé aux philosophes, bien que, dans cet exposé systématique, l'auteur ait, *à priori*, écarté toute considération d'un caractère essentiellement philosophique.

H. Fehr.

2° Sciences physiques.

Bedell (F.) et **Crehore** (A. C.), *Professeurs à l'Université de Cornell* (*Etats-Unis*). — **Etude analytique et graphique des Courants alternatifs.** — *Traduit de la deuxième édition anglaise par* **J. Berthon.** — 1 *vol. in*-8. *de* 264 *pages avec figures* (*Prix* : 10 *francs.*) *G. Carré, éditeur. Paris*, 1895.

L'usage de plus en plus répandu dans l'industrie des courants alternatifs pour les transmissions de l'énergie oblige actuellement l'Ingénieur électricien à approfondir la théorie analytique de la propagation de ces courants. Les problèmes qui se présentent sont souvent difficiles et, lorsque les circuits, sur lesquels les courants périodiques ont à se propager, présentent une certaine complication de groupement, pour peu que des phénomènes d'induction, de self-induction, de capacité interviennent, la recherche de la solution par le calcul seul devient très laborieuse et parfois même inextricable. Heureusement des procédés ingénieux ont été imaginés, permettant de substituer aux calculs l'usage de constructions graphiques. L'étude du problème se fait alors simplement, en quelque sorte mécaniquement, et bien des conséquences intéressantes qui eussent échappé au calculateur, apparaissent très nettement sur le papier, à mesure que se développent les constructions géométriques.

Le traité de MM. Bedell et Crehore expose avec grands détails, peut-être un peu longuement, la théorie mathématique des courants périodiques. L'emploi des méthodes graphiques, particulièrement développé, est expliqué très clairement, chacun des problèmes les plus usuels étant présenté séparément.

Ce livre comble une lacune. On a beaucoup écrit sur les courants alternatifs, en France et à l'Etranger, on a même beaucoup controversé; mais les différentes études publiées l'ont été dans des périodiques, en articles séparés très spécialisés, et le praticien qu'intéressait la solution d'un problème bien défini devait compulser des documents disséminés et aborder lui-même un travail de critique fort difficile. Le traité traduit par M. Berthon évitera désormais cette perte de temps, en mettant à la disposition des électriciens un choix raisonné de méthodes sûres et d'un usage pratique.

F. de Nerville.

Goguel (M.-H.), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — **Contribution à l'étude des arséniates et des antimoniates cristallisés préparés par voie humide.** *Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 *vol. in*-8° *de* 80 *p. Impr. G. Gounouilhou*, 11, *rue Guiraude, Bordeaux*, 1895.

M. Goguel s'est proposé de compléter l'étude cristallographique des arséniates qui avait déjà fait l'objet de divers travaux de MM. Dufet, Colordano, Lefèvre, etc.,

en vue de fournir les données nécessaires pour caractériser ces corps au moyen du microscope polarisant et suppléer ainsi à l'analyse chimique. Ce procédé d'analyse micrographique, fortement préconisé par M. Behrens, ne sera vraiment pratique que lorsqu'on aura effectué, pour les différents corps, une série complète de recherches du genre de celles qui font l'objet du mémoire de M. Goguel. Ce travail comprend deux parties : 1° la synthèse des différents arséniates que M. Goguel a réalisée, soit par des méthodes déjà indiquées, soit par des méthodes nouvelles, notamment l'action de l'acide arsénique sur un oxyde, un azotate ou un acétate; ces méthodes ont permis d'obtenir tous les arséniates connus et une quinzaine d'arséniates non encore préparés à l'état cristallisé; 2° l'analyse de ces corps, la détermination de leurs propriétés physiques et cristallographiques. M. Goguel a essayé d'étendre ce travail aux antimoniates qu'il eût été intéressant de comparer aux arséniates, mais n'a pu en préparer que trois : les antimoniates de cobalt, de nickel et de magnésium, qu'il a également étudiés au point de vue cristallographique.

L'étude de M. Goguel renferme un grand nombre de faits précis et bien observés, et constitue une excellente monographie des arséniates cristallisés.

G. Charpy.

Landauer (J.), *Membre de l'Académie Impériale allemande des Naturalistes.* — **Analyse au Chalumeau.** *Édition française publiée par J. A. Montpellier.* — *1 vol. in-8° écu de 300 pages avec figures. (Prix : 5 fr.) G. Carré, éditeur. Paris*, 1895.

Le chalumeau, par ses propriétés de donner facilement, avec une simple bougie, de hautes températures et des atmosphères oxydante ou réductrice, peut permettre, dans certains cas, d'obtenir des résultats immédiats sur la nature des substances minérales à analyser; mais souvent il ne sert qu'à faciliter des opérations ultérieures de voie humide. Il est d'autres circonstances où, grâce à des dispositifs spéciaux, les essais peuvent être exécutés sans chalumeau tout en étant très analogues à ceux qu'on obtient avec cet instrument. Il est donc assez difficile de fixer les limites précises où s'arrête l'analyse au chalumeau. M. Landauer les a dépassées, sans doute, dans son livre, en particulier en décrivant les méthodes pyrognostiques de Bunsen; mais on ne peut que l'en féliciter. Il faut signaler également le résumé sous forme de tableaux, dont la lecture est beaucoup plus rapide au laboratoire que celle d'un texte : 1° des réactions spéciales à chaque corps, et 2° de la marche systématique d'une analyse complète qui est exposée par deux méthodes différentes.

On pourrait souhaiter de trouver, à la fin du volume, quelques indications sur les applications du chalumeau à l'analyse quantitative; mais il faut dire que les procédés étudiés dans ce but par Plattner et d'autres savants se sont peu répandus. Par suite leur étude n'est pas absolument nécessaire dans un traité pratique comme celui que M. Landauer a voulu — et su — faire. En le traduisant M. Montpellier a donc rendu service aux chimistes français.

Paul Jannettaz,
Répétiteur à l'Ecole Centrale.

3° Sciences naturelles.

Radais (Maxime), *Agrégé à l'Ecole de Pharmacie de Paris.* — **Contribution à l'étude de l'Anatomie comparée du fruit des Conifères** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). *Ann. Sc. nat. Bot. t. XIX*, 1895.

On a beaucoup écrit sur les Conifères. Sans compter les travaux sur l'appareil végétatif, on peut considérer comme très étendue la bibliographie qui concerne leur appareil reproducteur. Encore faut-il ajouter que c'est sur la fleur femelle que se concentre l'attention des chercheurs, préoccupés surtout par l'interprétation morphologique des différentes pièces qui la constituent ou l'accompagnent. Là s'arrête l'effort, sans que l'accord complet intervienne d'ailleurs, et le peu qu'on nous apprend du fruit et de son développement n'en comprend guère que la morphologie externe, utilisée, comme on sait, par les classificateurs.

Si l'on excepte quelques rapides indications, fournies par les anatomistes qui ont étudié la fleur femelle, le processus interne de maturation des enveloppes a été laissé dans l'ombre. Il était permis de penser que les caractères histologiques de ces enveloppes pourraient à leur tour fournir d'importants éléments de classification. D'autre part, les collections paléontologiques renferment de nombreux fruits fossiles qu'on peut, mais avec doute, rapporter aux Gymnospermes. La connaissance exacte de la structure de nos Conifères serait d'un précieux secours pour comparer cette flore ancienne à la flore actuelle.

C'est à ce double point de vue que M. Radais a étudié la morphologie interne du fruit des représentants actuels de ce groupe. Toutefois, son mémoire comprend seulement une partie des Pinoïdées (Eichler). Il consacre tout d'abord un important chapitre aux travaux de ses devanciers : c'est en même temps qu'une revue carpologique, un résumé complet des travaux publiés sur la fleur femelle des Conifères. Il était en effet impossible de séparer, dans les descriptions données et les interprétations proposées, ce qui se rapporte à la fleur de ce qui appartient au fruit, car dans ce groupe les premiers phénomènes de différenciation des organes qui doivent concourir à protéger les graines se manifestent longtemps avant la fécondation. Cette sorte d'introduction, qui comprend 32 pages, est faite avec un grand soin, et est un excellent tableau de l'état actuel de cette difficile question si souvent débattue et controversée ; elle sera longtemps consultée par tous ceux qu'intéresse la morphologie florale.

M. Radais décrit ensuite rapidement les procédés d'enrobage et de dissection qui lui ont permis d'étudier les organes souvent très résistants qui protègent les graines pendant leur maturation. On comprend que des difficultés de cet ordre aient jusqu'ici arrêté des recherches que les paléontologistes réclament depuis longtemps déjà. Ces procédés, aussi simples qu'ingénieux, ne nécessitent pas la déshydratation préalable des objets à étudier et pourront s'appliquer à tous les cas analogues. Nous renvoyons à ce sujet le lecteur au mémoire original.

L'ordre suivi dans l'étude histologique est celui du *Genera plantarum* de Bentham et Hooker. Pour chaque genre une espèce surtout est décrite avec détails, d'abord à un stade jeune, vers l'époque de la fécondation, puis à l'état adulte, à la maturité des graines, et cela pour les différents pièces du cône. Un certain nombre de caractères histologiques, précis et faciles à mettre en évidence, tels que la distribution des canaux sécréteurs, le degré de coalescence des appendices, et le mode d'insertion vasculaire des graines, délimitent les Abiétinées par rapport aux groupes voisins. D'autres caractères, de moindre valeur systématique, séparent les genres entre eux. Enfin, les phénomènes physiologiques d'occlusion et de déhiscence du cône reçoivent une explication satisfaisante de l'examen de certaines régions du tissu de soutien qui sont l'objet d'une différenciation toute spéciale. Cette anatomie du cône confirme la délimitation des genres telle que Bentham et Hooker l'ont établie à une exception près, se rapportant d'ailleurs à une plante qui a déjà soulevé des discussions, le *Keteleeria Fortunei* qui est un *Abies* pour ces auteurs et un genre indépendant pour M. Carrière (caractères des écailles) et pour M. Van Tieghem (caractères anatomiques); désormais il faudra en faire un genre à part.

Incidemment, l'auteur signale et figure un appareil conducteur différencié dans le tégument séminal de quelques Abiétinées (*Abies*, *Cedrus*). Cette constatation

est importante. Jusqu'ici en effet, on a toujours considéré les graines des Conifères (sauf les Taxoïdées) comme dépourvues de faisceaux conducteurs. Ceci mettra les paléontologistes en garde contre une assimilation trop hâtive d'une graine fossile de Conifère à une graine de Taxoïdée.

Une étude analogue du cône des Taxoïdées et des Araucariées (B. et H.) amène l'auteur à disloquer cette dernière tribu pour en extraire les deux genres *Cunninghamia* et *Sciadopitys* ; le premier se relierait aux Taxodiées par une parenté intime avec les *Athrotaxis*; le second formerait à lui seul une tribu avec des caractères intermédiaires aux Abiétinées et aux Taxoïdées. Quant aux Araucariées, elles restent représentées par les seuls genres *Araucaria* et *Agathis*.

Ces modifications, que l'étude de la morphologie interne du cône apportent au classement adopté par Bentham et Hooker, confirment au contraire, à très peu près, l'ordre proposé par Eichler dans les *Pflanzenfamilien* d'Engler et Prantl.

Ce mémoire, accompagné de 15 planches gravées, représentant 194 figures anatomiques, sera très apprécié non seulement des botanistes, mais aussi des paléontologistes qui y trouveront de précieux éléments de comparaison ; il fait honneur à l'auteur et au laboratoire dans lequel ces recherches ont été entreprises, mais nous regretterions que l'auteur s'en tînt là et qu'il n'étendît pas son étude au groupe entier des Conifères.

C. Sauvageau.

4° Sciences médicales.

Flechsig (Dr Paul), *Pr à la Faculté de Médecine de l'Université de Leipzig.* — **Gehirn und Seele.** *Discours de Rectorat.* — 1 *vol. in-4°, Leipzig. Alex. Edelmann*, 1895.

Ce *discours* présente les grandes lignes d'une théorie nouvelle de l'anatomie et de la physiologie du cerveau, théorie qui s'élabore à cette heure dans le Laboratoire de la Clinique psychiatrique de Leipzig, mais dont il est déjà possible de comprendre la nature et l'importance, si toutefois l'étude ultérieure des faits anatomiques et des observations pathologiques sur lesquels elle s'appuie confirme et établit la vérité des idées de Flechsig.

Des considérations historiques qui ouvrent ce travail, nous ne voulons retenir qu'une sorte de réhabilitation, tout à fait légitime, de la doctrine de Gall. Certes la doctrine moderne des localisations cérébrales n'a rien de commun avec la phrénologie ; mais, avant d'être physiologiste, Gall était anatomiste, et, lorsqu'on sait quel était l'état des études d'anatomie cérébrale à l'époque où parut ce précurseur, alors que Sœmmering lui-même, sous l'influence des idées de Descartes, localisait le siège de l'âme dans le liquide des cavités ventriculaires du cerveau, on ne saurait trop admirer que Gall ait considéré les circonvolutions cérébrales comme le substratum de l'activité psychique et insisté sur l'hétérogénéité fonctionnelle de ces circonvolutions.

L'œuvre de Flourens, malgré tout le génie de cet expérimentateur, demeure, en somme, une réaction malheureuse. La méthode et les résultats ont été trouvés incomplets et erronés. A la doctrine de l'homogénéité fonctionnelle du cerveau dans toute sa masse, a succédé celle de l'hétérogénéité de ses parties. Bouillaud, Dax, Broca, même avant la grande découverte de Fritsch et Hitzig, origine de la doctrine moderne des fonctions du cerveau, avaient scientifiquement établi cette diversité de fonctions du cerveau et déterminé quelques centres distincts sur l'écorce cérébrale.

La substance grise de cette écorce est-elle la condition unique de la conscience, « ce phénomène d'accompagnement » ? M. Flechsig ne croit pas définitive la réponse affirmative qu'on fait d'ordinaire à cette question. Les sensations d'origine externe et les représentations du monde extérieur et de notre propre corps appartiennent seules exclusivement aux hémisphères cérébraux. Mais la conscience des sensations internes, organiques, telles que la faim, la soif, le besoin d'oxygène et les états de bien-être ou de mal-être qui les accompagnent, existent certainement sans le cerveau. Les expériences célèbres de Goltz sur les chiens décérébrés nous ont précisément appris quelles fonctions peuvent encore exercer les parties inférieures de l'encéphale quand les hémisphères ont été enlevés. Un mammifère sans cerveau, quoique ne possédant plus ni mémoire, ni pensée, ni organes internes des sens qui lui permettent de trouver les objets du monde extérieur nécessaires à ses besoins, ou même d'avoir aucune représentation consciente de son propre corps, laisse pourtant paraître des symptômes d'une vie « psychique ». Il réagit aux impressions externes (pression, lumière, bruit) et aux sensations internes (sens musculaire, faim, soif, etc.), par des expressions variées (agitation, fureur, morsure, hurlement, apaisement, repos, sommeil), tout à fait appropriées aux états affectifs correspondants chez l'animal dont le cerveau est normal. Ces expériences ont donc montré que les tendances et les impulsions d'un organisme à persévérer dans l'être, à satisfaire les besoins essentiels de la vie, à réagir par des mouvements de défense contre toutes les causes nuisibles du milieu, peuvent se manifester sans vie psychique de représentation. A coup sûr, on pénètre ainsi plus avant dans les mécanismes cachés de la vie des animaux.

Il en est d'ailleurs de même pour l'homme. Flechsig, dont on connaît les beaux travaux sur ce sujet, rappelle que le nouveau-né, surtout s'il est venu avant terme, alors que les fibres nerveuses de son cerveau sont encore presque complètement privées de myéline, ressemble d'abord à un animal sans cerveau. Pourtant, dès la première inspiration, il tend de tout son être à la satisfaction des besoins dont dépend son existence. Ces besoins satisfaits, l'espèce de conscience organique du nouveau-né s'évanouit, pour reparaître sous l'influence de nouveaux stimuli externes ou internes, — de tous points comme chez le fameux chien décérébré de Goltz. Ces tendances et impulsions organiques persistent d'ailleurs très loin dans la vie, et les organes des sens, presque exclusivement « à leur solde », semblent épier toutes les occasions de les satisfaire. La vie du plus grand nombre a-t-elle d'autre but que cet assouvissement des premiers besoins de toute vie animale ?

Lorsque, de l'olfaction à l'audition, les organes des sens externes ont projeté leurs faisceaux sur l'écorce cérébrale, désormais pourvue d'organes internes de la sensibilité générale et spéciale, d'autres voies nerveuses, de direction inverse, c'est-à-dire centrifuge, commencent à se former, qui vont de l'écorce au thalamus opticus, au pont de Varole, à la moelle épinière. Les centres corticaux des organes des sens internes, où le milieu interne et externe de l'homme arrive à la conscience, s'arment en quelque sorte de prolongements capables de transmettre les impulsions volontaires aux appareils moteurs, aux muscles des organes périphériques des sens et à ceux des organes préhensiles. La masse des conducteurs issus des territoires corticaux des organes internes de la sensibilité tactile et musculaire est si considérable, qu'elle ne laisse pas de donner au cerveau humain sa forme générale, en particulier l'élévation des régions frontales. C'est de ces territoires de l'écorce, affectés à la sensibilité générale et spéciale, que le corps, déjà représenté dans les régions inférieures de l'encéphale, se réfléchit une seconde fois dans toutes ses parties, comme objet, grâce aux sens externes, comme sujet se sentant immédiatement, grâce aux sensations internes des muscles et des viscères : c'est de là que partent tous les mouvements « volontaires » en rapport avec les tendances organiques et les besoins de l'être, tels que respiration, mastication, déglutition, préhension, etc.

Un tiers au plus de l'écorce du cerveau humain est en rapport direct avec les conditions de la conscience des impressions des sens internes et externes et avec celles des excitations centrales des mécanismes moteurs. Voilà quelles sont les régions du cerveau qui agissent quand nous sentons et réagissons.

Quelles sont, maintenant, les parties de cet organe qui participent à l'élaboration de la pensée, c'est-à-dire des processus psychiques de représentation? Ces territoires comprennent environ les *deux tiers* du cerveau humain. Non seulement ces régions de l'écorce cérébrale ont des fonctions distinctes de celles des centres dits de sensibilité (*Sinnescentren*) : ils sont déjà reconnaissables à leur structure histologique. Tandis que les premiers, qui n'occupent, je le répète, qu'un tiers de l'écorce, ont une structure dont la constitution rappelle, comme celle des sphères visuelles, avec ses couches de grains, le caractère histologique des organes des sens externes, rétine, etc., auxquels correspondent les différents territoires sensoriels de l'écorce cérébrale, les centres intellectuels, les organes de la pensée (*Denkorgane*), présentent le type histologique à cinq couches, quoique ceux-ci occupent sur la surface du cerveau les régions les plus différentes.

Les quatre centres psychiques ou intellectuels, organes de la pensée, sont, suivant Flechsig, le lobe préfrontal, une grande partie du lobe temporal et du lobe pariétal, enfin l'insula de Reil. Ces territoires corticaux n'auraient rien à faire avec les impressions venues du milieu externe, ou du monde, et du milieu interne, ou du corps, non plus qu'avec les impulsions motrices.

Outre cette particularité histologique, ces quatre centres se distinguent anatomiquement des cinq autres centres de sensibilité par le retard de leur maturité : ils sont encore privés de myéline que les autres centres ont déjà, depuis longtemps, atteint leur développement. Ce n'est qu'après ce développement, quand les centres de sensibilité ont leur structure physiologique, que, peu à peu, s'éveille l'activité des centres intellectuels : on constate alors que, des différents centres corticaux de sensibilité générale et spéciale, d'innombrables fibres nerveuses pénètrent dans les centres intellectuels et s'y terminent par des arborisations libres. Les centres intellectuels sont des appareils qui synthétisent en unités supérieures les activités des divers organes des sens internes et externes de l'écorce cérébrale. Ce sont des « centres d'association », des territoires où s'associent les perceptions des sens, vue, ouïe, toucher, etc.

L'observation clinique vérifie, selon Flechsig, l'exactitude de cette hypothèse anatomique. L'objet propre de la psychiatrie, ce sont les maladies des centres d'association. On les trouve altérés, ces centres, dans les maladies mentales que nous connaissons le mieux, la démence paralytique, le ramollissement cérébral, etc. Ces centres sont le substratum organique de ce qu'on appelle expérience humaine, savoir, connaissance, langage, sentiments esthétiques, moraux, etc. Car le sentiment moral est, comme le sentiment de la douleur, une fonction de l'écorce cérébrale. Dans l'avenir, la transformation de la psychologie, qui a d'ailleurs commencé, dépendra surtout de l'analyse scientifique des quatre centres psychiques, des « organes psychiques » proprement dits. Il apparaîtra alors au psychologue que, « de même que la surface de la Terre se compose de mers et de continents, l'écorce cérébrale est constituée au moins par neuf territoires bien distincts anatomiquement ». L' « organe de l'esprit », c'est-à-dire l'écorce grise du cerveau, possède une « constitution collégiale » : ses conseillers siègent dans deux sénats. Seulement les membres de ces sénats ne sont plus, comme dans l'ancienne phrénologie, intitulés : amour, courage, fermeté, prudence, etc. Des noms qu'ils portent, les uns sont déjà connus ; ce sont ceux des organes internes des sens : vision, olfaction, audition, etc. Les autres, dont la signification sera en rapport avec la fonction spéciale à dénommer, désigneront les quatre centres d'association. Déjà Flechsig estime que ces derniers sont loin d'être homogènes. La pathologie cérébrale enseigne, en effet, que la propriété de synthétiser en idées générales les impressions variées de la sensibilité et d'avoir une connaissance des rapports naturels des choses, dépend d'autres centres que celle d'exprimer ces idées et ces rapports au moyen du langage, puisque celui-ci peut être altéré sans que notre conception des choses le soit, et, inversement, qu'avec un langage en apparence correct le cerveau peut délirer ou tomber dans la démence.

Dans les fonctions très complexes de l'intelligence, les quatre centres agiraient de concert : les innombrables faisceaux de fibres qui relient ces centres entre eux assurent cette synergie fonctionnelle. Ce qu'on doit appeler l'unité des fonctions du cerveau, le mécanisme qui assure et sauvegarde ce consensus, ce sont toujours, en effet, les millions de conducteurs isolés, « mesurant ensemble des milliers de kilomètres », qui constituent l'énorme masse médullaire du cerveau humain. Ces fibres assurent les connexions : 1° des centres de sensibilité entre eux ; 2° des centres de sensibilité avec les centres intellectuels ; 3° des centres intellectuels entre eux.

La destruction des centres intellectuels entraînant toujours la perte de la mémoire dans une étendue plus ou moins grande, point de doute que les éléments normaux de ces centres ne soient le substratum même de nos souvenirs. De quelque nature que soient les traces ou résidus de la mémoire, ils sont bien d'essence matérielle, puisque, sous l'influence d'agents chimiques, de poisons tels que l'alcool, ils s'évanouissent temporairement ou pour toujours si les cellules et les fibres nerveuses des quatre centres psychiques ont perdu, avec leur structure, leurs fonctions. Qu'il s'agisse de l'éveil de sensations élémentaires, faim, soif, ou des plus grandioses constructions idéales du poète ou du savant, ce sont toujours de purs processus mécaniques qui entrent en activité. Comme les impulsions et les tendances les plus obscures de l'organisme retentissent sur l'écorce cérébrale par l'intermédiaire du faisceau sensitif et s'irradient directement des organes internes des sens (*Sinnescentren*) sur les centres intellectuels (*geistige Centren*), la lutte des sens et de la raison, des instincts aveugles et des idées morales, a pour théâtre le cerveau de l'homme. Mais, lorsque les centres supérieurs sont paralysés par un poison ou détruits par la maladie, il n'y a plus de conflit possible : les passions peuvent se déchaîner, la violence et la colère peuvent sévir ; on ne saurait plus parler de moralité. L'abus prolongé des boissons alcooliques, avec son cortège de lésions profondes et généralisées des centres psychiques, fait déjà d'un nombre immense de créatures humaines des êtres « décérébrés ».

Quant à l'accord des fonctions les plus élevées du cerveau humain, telles que la raison et la logique, avec l'ordre de l'univers, il repose presque tout entier, en dernière analyse, sur la constance et l'uniformité des phénomènes naturels, dont le retour périodique modèle en quelque sorte le cerveau humain et lui imprime, par le fait de l'addition des mêmes impressions indéfiniment répétées, la marque de son unité. Ainsi se forment, dans l'esprit, des associations dont la solidité augmente encore avec les ans, au point, ajouterai-je, d'avoir fait croire à quelques philosophes qu'ils n'avaient qu'à descendre dans leur conscience pour y retrouver les lois primordiales de la législation de l'Univers.

Jules Soury.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 Juillet 1895.

M. **Retzius** est nommé Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. Carl Vogt.

1° Sciences mathématiques. — M. **Emile Picard** fait hommage à l'Académie du deuxième fascicule du tome III de son traité d'Analyse. — M. **V. Ducla** adresse une note sur une méthode rapide pour trouver toutes les racines commensurables d'une équation de degré quelconque.

2° Sciences physiques. — M. **F.-M. Raoult** a entrepris des recherches sur les causes des phénomènes osmotiques; il signale quelques faits intéressants qui se produisent quand les deux liquides soumis à l'osmose sont l'éther et l'alcool : 1° L'osmose, entre deux liquides déterminés, peut non seulement varier beaucoup en énergie, mais encore changer de sens avec la nature du diaphragme. 2° Le mouvement osmotique des corps à travers le diaphragme peut être absolument indépendant de leur poids moléculaire et de leur qualité de corps dissous ou de dissolvants. — M. **R. Swyngedauw** a repris les expériences de Jaumann sur les potentiels explosifs statique et dynamique, en leur donnant une forme susceptible d'interprétation simple et facile; il a reconnu que l'abaissement des potentiels explosifs par la lumière ultra-violette est beaucoup plus considérable pour les potentiels dynamiques que pour les potentiels statiques. L'auteur conclut, contrairement à la loi de Jaumann, que le potentiel explosif d'un excitateur placé à l'abri des radiations ultra-violettes n'est pas diminué d'une façon appréciable pour des variations très petites et très rapides du potentiel. — M. **Gaston Séguy** a observé un phénomène de phosphorescence dans des tubes contenant de l'azote raréfié, après le passage de la décharge électrique. La lueur a son éclat maximum aussitôt après le passage du courant et disparaît graduellement au bout de 18 à 20 secondes. — M. **C. Limb** a utilisé sa méthode de mesure des forces électromotrices en valeur absolue pour déterminer la valeur des étalons Clark, Gouy et Daniell. La valeur trouvée par l'élément Clark ne diffère pas de $\frac{1}{1.800}$ de la valeur trouvée par lord Rayleigh, en partant d'une méthode absolument différente de celle de l'auteur. — M. **Gouy** précise les conditions à remplir pour observer les phénomènes dus à l'action de la pesanteur au voisinage immédiat de l'état critique. — M. **Dehérain** présente un ouvrage intitulé : « Les engrais, les ferments de la terre ». — M. l'abbé **Maze** communique quelques renseignements concernant le premier thermomètre à alcool utilisé à Paris : il a pu retrouver comment Boulliau s'était procuré ce thermomètre, fabriqué à Florence. — MM. **Aimé Girard** et **L. Lindet** donnent les principaux résultats d'un long travail entrepris pour déterminer la composition des raisins des principaux cépages de France. Le nombre de cépages à raisins colorés et à raisins blancs, soumis à l'étude, est de vingt-cinq; ils ont été pris dans chacune des grandes régions viticoles et choisis parmi les cépages les plus répandus. Pour chacun d'eux, on a déterminé d'abord les proportions relatives de rafles et de grains; puis, en disséquant ceux-ci, on a séparé la pulpe, la peau et les pépins. Chacune des parties constituantes a été ensuite soumise à une analyse chimique complète. 1° Les rafles et les pépins contiennent une matière résineuse dont la saveur, âpre au début, devient douceâtre avec le temps; elle doit jouer un rôle dans la transformation que le goût du vin subit avec l'âge. 2° Dans la pulpe, l'acide tartrique libre ne figure qu'en petite quantité; l'acide malique y domine, au contraire. 3° Les peaux renferment une matière odorante caractéristique pour chaque cépage. 4° Les pépins contiennent jusqu'à 1 % de leur poids d'acides volatils appartenant à la série grasse. 5° La proportion des rafles et des grains varie du simple au double, suivant les cépages. 6° Les différents cépages portent des grains dont le poids moyen varie dans des limites très grandes : 0 gr. 78 pour le Pinot noir et 3 gr. 69 pour l'Aramon. 7° La teneur en bitartrate de potasse de la pulpe donne une caractéristique assez nette aux cépages principaux de chaque région. 8° A part les cépages de l'Yonne, beaucoup plus riches, les peaux des raisins colorés donnent une proportion de tanin à peu près constante. — M. **A. Haller** a étudié l'action de l'isocyanate de phényle sur les acides cyanacétique, méthylsalicylique, anisique, phénylglycolique, benzoylbenzoïque; les deux premiers conduisent à l'anilide correspondante, sans qu'il paraisse se former les anhydrides; l'acide anisique fournit l'anhydride anisique quand on arrête la réaction; l'acide *o*-benzoylbenzoïque se comporte comme une lactone alcool et comme un acide cétone. — M. **Ch. Dufour** envoie un mémoire sur les réfractions anormales à la surface de l'eau qu'il a pu observer souvent sur le lac Léman; quand l'eau est plus froide que l'air, la trajectoire du rayon lumineux tourne sa concavité contre l'eau, et l'on voit alors des objets qui, dans la règle, sont cachés par la rondeur de la terre. Il y a de ce fait une erreur grave quand on prend en mer la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon. — M. **A. Mourlot** applique la haute température de l'arc électrique à la reproduction des sulfures cristallisés; il prépare un sulfure de manganèse identique au sulfure naturel, l'alabandine. Ce sulfure cristallise en cubes ou en octaèdres dérivés; le fluor ne l'attaque qu'au rouge; il s'enflamme dans l'oxygène au-dessus du rouge. Le charbon est sans action sur lui sous l'influence d'un courant de 1000 ampères et de 50 volts. — M. **V. Thomas** a examiné, au point de vue de la dissociation, les trois composés solides qu'il a pu obtenir par l'action directe du bioxyde d'azote sur le chlorure ferreux; à la température ordinaire, aucun d'eux n'a une tension de dissociation sensible. L'auteur a étudié aussi l'action de l'eau, des alcalis, de l'azotate d'argent sur les composés; tous les faits observés semblent indiquer une différence très nette entre les composés obtenus par M. Gay à l'état de dissolution et les corps préparés par voie sèche. — M. **C. Hugot** a préparé des combinaisons du phosphore avec les métaux alcalins en étudiant l'action du phosphore sur le sodammonium et le potassammonium dissous dans un excès d'ammoniaque liquéfié. Les deux phosphures obtenus P^3K et P^3Na sont décomposés par l'air humide avec dégagement de phosphure d'hydrogène; ils restent comme résidu quand on décompose par la chaleur les $P^3K.\ 3AzH^3$ et $P^3Na.\ 3AzH^3$ formés tout d'abord. — MM. **Massol** et **Guillot** ont déterminé les chaleurs spécifiques des acide formique et acétique surfondus. 1° Les chaleurs spécifiques à l'état solide sont de beaucoup supérieures aux chaleurs spécifiques à l'état liquide. 2° La chaleur spécifique à l'état liquide diminue avec la température. 3° A l'état de surfusion, la chaleur spécifique augmente légèrement, mais reste dans l'ordre des chaleurs spécifiques à l'état liquide. Les auteurs exposent les modifications à apporter au thermocalorimètre de Regnault en vue de la détermination

des chaleurs spécifiques d'un grand nombre de liquides surfondus. — **M. Louis Henry** a continué l'étude de l'action des paraffines nitrées sur les aldéhydes aliphatiques; l'auteur expose, dans cette note, les propriétés des produits formés avec le méthanol agissant successivement sur le nitrométhane, le nitroéthane et le nitropropane à la température ordinaire en présence d'une trace de carbonate de potasse. Ce sont des corps solides non volatils : la glycérine nitro-isobutylique triprimaire $(AzO^2)C\equiv(CH^2OH)^3$, le glycol isobutylique mononitré tertiaire :

$$AzO^2-C\begin{cases}CH^3\\CH^2OH\end{cases}$$

et enfin l'alcool isobutylique mononitré tertiaire :

$$AzO^2-C\begin{cases}(CH^3)^2\\CH^2OH\end{cases}$$

Sous l'action du carbonate bipotassique ou des alcalis, le méthanol et les aldéhydes voisines s'ajoutent aisément avec d'autres corps, où un hydrogène fixé au carbone possède le caractère basique. — **M. A. Béhal** a étudié les produits d'oxydation de l'acide camphol-énique inactif : outre les composés intermédiaires, une nitrosocamphol-énolactone et un acide camphol-énique, on obtient comme produits de l'oxydation complète un acide tribasique $C^9H^{12}O^6$, identique à l'acide hydroxycamphoronique; deux acides bibasiques, l'un répondant à la formule $C^7H^{12}O^4$, l'autre à la formule $C^9H^{12}O^4$; enfin un acide monobasique, l'acide isobutyrique. — **M. E. Fleurent** présente les conclusions les plus intéressantes de son étude de l'action de l'hydrate de baryte, en vase clos : 1° sur le gluten, la caséine et la fibrine végétales, la légumine et l'albumine végétales; 2° sur les acides aspartique et glutamique. Les matières protéiques végétales se séparent en deux groupes distincts : celles pour lesquelles le rapport de la quantité d'azote dosé à l'azote calculé est plus grand, et celles pour lesquelles ce rapport est plus petit que l'unité. Dans le gluten, la caséine et la fibrine végétales, il existe un groupement glutaminé; dans la légumine et l'albumine végétales, un groupement asparagène. Ce sont ces groupements qui produisent dans les deux cas la rupture du rapport $\frac{\text{Az dosé}}{\text{Az calculé}} = 1$, trouvé par M. Schutzenberger pour les matières albuminoïdes végétales. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — **MM. Binet et Courtier** ont étudié l'influence de la respiration sur le tracé volumétrique des membres à l'aide des plethysmographes de MM. Hallion et Comte. — **M. Lecercle** a observé les modifications de la chaleur rayonnée produites par la faradisation, non pas avec un tétanos généralisé, mais en concentrant l'action du courant faradique sur une surface cutanée richement innervée. — **MM. Teissier et Guinard** montrent, à l'aide de nombreuses expériences, l'aggravation des effets de certaines toxines microbiennes par leur passage dans le foie; ce fait peut s'expliquer par deux hypothèses : ou bien au contact de la toxine, qui lui arrive en masse, le foie est fonctionnellement altéré et perd le pouvoir qu'il a de détruire les poisons; ou bien, la toxine arrivant directement dans un organe qui, physiologiquement, représente un foyer actif d'élaboration, provoque-t-elle mieux ou plus vite l'élaboration des poisons qui causent l'auto-intoxication. — **MM. Künstler et Gruvel** fournissent de nouveaux éléments à l'étude histologique des glandes unicellulaires chez les Hippérines. — **M. Michel-Lévy** présente une note sur l'évolution des magmas de certains granits à amphibole.

J. Martin.

Séance du 29 Juillet 1895.

M. **Berg** est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et de Zoologie en remplacement de M. Huxley.

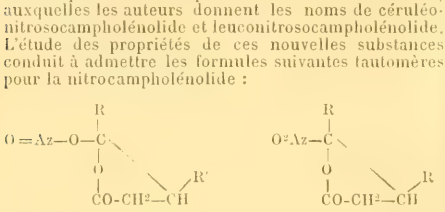
1° Sciences mathématiques. — **M. Darboux** présente le troisième fascicule du tome III et le premier fascicule du tome IV de ses « Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du calcul infinitésimal. » — **M. Levavasseur** signale un certain nombre de types de groupes de substitutions dont l'ordre égale le degré. — **MM. G. Castelnuovo et F. Enriques** énoncent quelques théorèmes relatifs aux surfaces algébriques admettant un groupe continu de transformations birationnelles en elles-mêmes. 1° La surface contient un faisceau de courbes de genre un, toutes ayant le même module, et n'a pas de points simples fixes, ou bien elle contient un faisceau de courbes de genre zéro, et (d'après M. Nöther) elle peut être transformée en une surface réglée ou en une surface ayant un faisceau de coniques. 2° Ces surfaces peuvent être transformées en une surface réglée ou en une surface avec un faisceau de coniques quand le groupe dépend de plusieurs paramètres et est une seule fois transitif. 3° Lorsque le groupe dépend de deux paramètres et est deux fois transitif, ou bien les transformations sont deux à deux échangeables, et la surface appartient à la classe des surfaces hyperelliptiques, ou, le contraire arrivant, la surface est rationnelle. — **M. Léonardo Torrès** expose une théorie générale des machines algébriques et déduit de cette théorie la conception de certains mécanismes nouveaux. L'auteur présente en même temps un modèle calculant à $^1/_{100}$ près les racines réelles des équations :

$$x^9 + Ax^8 + B = 0$$
$$x^9 + Ax^7 + B = 0.$$

M. D.-A. Casalonga adresse une note intitulée : Des causes de la marée directe, de l'antimarée, et du retard de leur passage au méridien lunaire.

2° Sciences physiques. — **M. de Tillo** fait hommage d'un volume intitulé : Beobachtungen der russischen Polarstation an der Lenamündung. — **M. J. Janssen**, à la suite des observations de M. Campbell concluant à la non-présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de Mars et des discussions qui ont suivi, rappelle, en les développant, les expériences qui l'ont amené, le premier, à annoncer l'existence de cette vapeur d'eau ; il insiste, en outre, sur les conditions les plus propres à assurer le succès de ces recherches qui sont d'une extrême difficulté. — **M. Maurain** a étudié les modifications d'un diapason placé dans le champ magnétique. Quand le diapason a son axe perpendiculaire au champ et son plan de vibration parallèle, le nombre des vibrations diminue à mesure que le champ augmente; si l'axe et le plan de vibrations sont tous deux perpendiculaires au champ, c'est le contraire qui se produit : le nombre de vibrations augmente avec le champ ; enfin, lorsque l'axe est parallèle au champ, le nombre des vibrations augmente. Les vibrations s'amortissent d'autant plus rapidement que le champ est plus intense. — **M. Piltschikoff** adresse plusieurs photographies d'éclairs faites à Odessa ; ces éclairs se rangent en trois catégories : les éclair-bande, éclair-tube et éclair-trompe ; les deux premiers types se rencontrent dans tous les orages, le troisième paraît très rare. Les machines électrostatiques n'ont pu reproduire des clichés semblables. L'éclair en bande paraît avoir une corrélation intéressante avec les draperies des aurores boréales. — **M. Morisot** signale un nouvel élément de pile d'intensité sensiblement constante et de force électromotrice plus grande que celle des couples usuels, 2 volts 5. Le pôle positif est une lame de charbon de cornue plongée dans un volume d'acide sulfurique mêlé à trois volumes d'eau saturés de bichromate ; un diaphragme en terre poreuse immergé dans le liquide dépolarisant contient une dissolution étendue de soude caustique; enfin la lame de zinc amalgamé, pôle négatif, plonge dans un second diaphragme intérieur au premier contenant une solution concentrée de soude caustique. — **M. Maurice François** a étudié l'action de l'aniline sur l'iodure mercu-

reux; il y a mise en liberté de mercure et formation du composé $HgI^2(C^6H^5AzH^2)^2$. La décomposition de l'iodure mercureux par l'aniline est limitée; lorsque l'état d'équilibre est atteint, le liquide contient toujours pour la température de l'ébullition de l'aniline (182°), 26 gr. 35 d'iodure mercurique pour 100 grammes du mélange. Si l'on prend des proportions convenables d'iodure et d'aniline, il y a simplement dissolution et non décomposition, la dissolution donne par refroidissement l'iodure cristallisé. — MM. **Béhal** et **Blaise** ont examiné l'action de l'hypoazotide sur l'acide camphol énique; il se forme deux modifications isomériques d'un composé de formule $C^{10}H^{15}AzO^3$, auxquelles les auteurs donnent les noms de céruléo-nitrosocamphol énolide et leuconitrosocamphol énolide. L'étude des propriétés de ces nouvelles substances conduit à admettre les formules suivantes tautomères pour la nitrocamphol énolide :



M. **L. Kohn** a étudié les produits de condensation de l'aldéhyde isovalérique sous l'influence de la potasse alcoolique; ses résultats concordent avec ceux de M. Friedel. — MM. **Jay et Dupasquier** donnent la description d'une méthode de dosage de l'acide borique fondée sur le procédé à l'alcool méthylique. Des essais effectués pour contrôle établissent la sûreté de la méthode. L'acide fluorhydrique seul apporte une légère augmentation d'acide borique, mais en pratique cette cause d'erreur est négligeable. Les vins de Bourgogne, de Bordeaux, contiennent de 0 gr. 0105 à 0 gr. 022 par litre d'acide borique, les cidres de 0 gr. 011 à 0 gr. 017. — M. **Oechsner de Coninck** a étudié l'élimination de la chaux et de la magnésie chez les rachitiques; l'élimination de la chaux augmente quand celle de la magnésie diminue ce qui amène à conclure au remplacement partiel de la chaux par la magnésie dans le système osseux des enfants rachitiques. — M. **Boudouard** a fait l'étude des sables monazités de la Caroline; les premiers résultats obtenus établissent l'existence de terres didymiques ayant des poids moléculaires plus faibles que celles extraites de la cérite. Plus le poids moléculaire est faible, plus le nitrate résiste à la décomposition pyrogénée. La même différence de stabilité existe pour les sulfates : ceux qui correspondent aux poids atomiques les plus petits se décomposent avec une extrême difficulté et seulement au rouge presque blanc.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — MM. **Langlois** et **Maurange** montrent l'utilité des injections d'oxyspartéine avant l'anesthésie chloroformique, car, en injectant une heure avant l'anesthésie 4 à 5 centigrammes de spartéine ou 3 à 4 centigrammes d'oxyspartéine et 1 centigramme de morphine, on obtient toujours une narcose rapide, facile à maintenir avec un peu de chloroforme et un cœur régulier, énergique même, quand la respiration devient superficielle. — M. **Charrin** montre l'influence des toxines sur la descendance de l'homme. — M. **Jammes**, dans ses recherches sur la structure de l'ectoderme et du système nerveux des Plathelminthes parasites (Trématodes et Cestodes), établit que l'ectoderme présente dans sa structure de grandes ressemblances avec les Némathelminthes. Il y a des cellules épithéliales, des cellules nerveuses, des fibrilles et des granulations. — M. **Pizon** fournit de nouvelles contributions à l'embryogénie des Ascidies simples, en étudiant l'origine de la cavité péribranchiale, les relations de la vésicule sensorielle avec les parties avoisinantes et l'existence d'un *épicarde* analogue à celui des Ascidies composées. — M. **Boule** annonce la découverte de débris gigantesques d'éléphants fossiles faite par M. Le Blanc, dans la ballastière de Tilloux (Charente).

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Juillet 1895.

MM. **Hoppe-Seyler** (de Strasbourg) et **Dragendorf** (de Dorpat) sont nommés correspondants étrangers dans la IVe Division (Physique et Chimie médicales, Pharmacie). — M. **Lucas-Championnière** recommande l'emploi du gaïacol pour l'anesthésie locale (analgésie), en remplacement de la cocaïne. — M. **Landouzy** fait une communication sur la nécessité de reviser la nosographie des angines et d'assurer leur diagnostic par le contrôle bactérioscopique; il donne les résultats d'une enquête bactérioscopique portant sur 860 cas d'angines et ayant donné 42,32 % de diphtérie et 57,68 % de non-diphtérie. — L'Académie adopte à l'unanimité le vœu suivant : 1° que des laboratoires d'examen bactériologique dirigés par des savants spéciaux soient ouverts dans le plus bref délai, et que tous les médecins en soient avisés par la plus large publicité; 2° que les Facultés de Médecine, les Ecoles de plein exercice et les Ecoles secondaires de Médecine et de Pharmacie soient pourvues de laboratoires bactériologiques, destinés à faire dès maintenant les examens, et à instruire les médecins et les pharmaciens dans les recherches spéciales. — M. **Daremberg** cherche à montrer par des expériences physiologiques que les eaux-de-vie de vin, même de grande marque, sont plus toxiques que les eaux-de-vie communes. — M. **Gréhant** lit un travail sur l'analyse de l'air de la gare souterraine du Luxembourg. — M. **Kirmisson** relate un cas d'épispadias, chez une petite fille de dix-huit mois, qu'il a opéré et guéri.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Juillet 1895

M. **Trouessart** est élu membre de la Société. — M. **A. Broca** a traité des lésions tuberculeuses cutanées par le sérum de chiens à tuberculose locale, et a obtenu de bons résultats dans les cas de lésions peu profondes. — MM. **Roger** et **Josué** montrent que l'œdème n'est pas directement en rapport avec les lésions veineuses. Il se produit un œdème persistant par injection dans l'oreille des produits solubles du *Proteus vulgaris*. — MM. **Cadiot** et **Gilbert** publient l'observation d'un cheval atteint de morve pulmonaire avec cirrhose du foie. — MM. **Babes** et **Kalindero** communiquent leurs recherches sur la distribution des bacilles de la lèpre dans les tissus. On les trouve surtout nombreux dans les nerfs, ce qui explique les symptômes nerveux de la maladie. — M. **Rénon** a étudié l'influence de l'affection aspergillaire sur la gestation; le passage du bacille de la mère au fœtus dépend du degré plus ou moins prononcé de l'infection. — MM. **Courtade** et **Guyon** ont étudié l'innervation du muscle vésical et la puissance des sphincters interne et externe de la vessie. — MM. **Phisalix** et **Bertrand** ont trouvé que l'immunité du hérisson contre le venin de vipère provenait d'une substance spéciale contenue dans son sang; en effet, le sérum sanguin du hérisson, injecté à un cobaye, le rend réfractaire à l'inoculation du venin de la vipère. — M. **Pillet** a trouvé que le formol, injecté à fortes doses, s'élimine par l'intestin et le rein en produisant des lésions congestives. — MM. **Courmont** et **Doyon** décrivent les lésions hépatiques engendrées chez le chien par la toxine diphtérique. — M. **Déjerine** rapporte une observation de compression de la queue de cheval de la moelle épinière causée par une tumeur du sacrum, d'origine sarcomateuse.

(La Société entre en vacances jusqu'au milieu d'Octobre.)

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Juillet 1895.

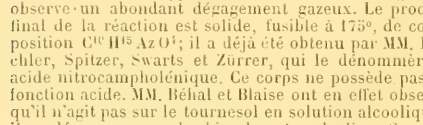
M. **Pierre Weiss** a étudié l'allure particulière de l'aimantation dans la magnétite cristallisée. Il a découvert que, dans ce corps, Fe^3O^4, appartenant au système cubique, l'aimantation n'est cependant pas identique dans toutes les directions. Les cristaux sont des dodécaèdres ou des octaèdres et ne dépassent pas 2^{cm}. Il a d'abord taillé, dans un octaèdre du Tyrol, deux prismes, l'un suivant un axe binaire, l'autre suivant une direction perpendiculaire, et a cherché la courbe d'aimantation en fonction de l'intensité du champ. La mesure du champ présentait quelque difficulté, car le champ est modifié par la présence de la magnétite elle-même. La méthode ordinaire, qui consiste à prendre un tore, un ellipsoïde ou un cylindre indéfini n'est pas directement applicable. Il s'est fondé sur ce que le champ magnétisant est continu quand on traverse la surface du corps; on peut donc le mesurer au voisinage de l'aimant au moyen d'une petite bobine et d'un galvanomètre balistique. Une seconde bobine entourant l'aimant servira à mesurer l'intensité d'aimantation. Il plaçait bout à bout trois barreaux de magnétite prolongés aux deux extrémités par deux tiges de fer, de façon à n'avoir, dans le barreau central, qu'une variation lente du champ. On trouve ainsi que la courbe d'aimantation n'est pas identique suivant l'axe quaternaire et suivant l'axe binaire. La courbe relative au second cas est l'amplification de la première dans le rapport de 5 à 4. M. Weiss a vérifié par plusieurs méthodes ce résultat imprévu. Toujours il a trouvé des différences de même ordre. Une expérience qui, sans doute, n'offre pas un haut degré de précision, mais a l'avantage d'être très directe, consiste à tailler des disques de magnétite, à les entourer d'une bobine de fil, et à les faire tourner d'angles connus entre les pôles d'un aimant. On mesure ainsi les différences d'aimantation suivant les différentes directions. Les courbes obtenues accusent des différences très grandes entre les différentes directions. On trouve un maximum d'aimantation suivant les axes ternaires. Au contraire, un disque taillé suivant une face de l'octaèdre donne une courbe qui est rigoureusement un cercle pour toutes les orientations. En résumé, la surface d'aimantation à saturation dans les différentes directions présente la forme d'un cube dont on aurait arrondi les arêtes et creusé les faces. M. Weiss présente à la Société une expérience curieuse qui met nettement en évidence les inégalités d'aimantation. On fixe un petit disque de magnétite sur un disque de verre et on le place entre les branches d'un aimant. Les directions suivant lesquelles s'oriente spontanément le disque donnent les maxima d'aimantation. Un disque parallèle aux faces de l'octaèdre ne présente aucune direction privilégiée. Pour obtenir la direction de l'aimantation par rapport au champ, on détermine les courbes qui donnent les composantes suivant la direction du champ, et perpendiculairement. Leur aspect est celui d'un folium à branches multiples et de différentes grandeurs. On trouve que l'aimantation est oblique par rapport au champ quand la direction de celui-ci ne coïncide pas avec l'un des axes. Ce résultat apparaît très visiblement sur les spectres de limaille dont M. Weiss projette des photographies. Les lignes de force sont déformées quand la magnétite est placée dans une disposition dissymétrique. En résumé, l'identité des phénomènes optiques dans toutes les directions ne se retrouve plus pour les propriétés magnétiques. Et il semble qu'il y ait des réserves à faire sur les théories qui supposent que, dans les corps, avant l'aimantation, les éléments magnétiques existent, mais ne sont pas alignés. La théorie d'Ewing ne semble pas suffisante. — M. **Massieu** demande à M. Weiss s'il n'a jamais constaté de faces hémiédriques. M. Mallard en a obtenu sur la boracite, qui, elle aussi, est cubique, mais ne se comporte pas en lumière polarisée comme en cristal cubique, du moins à la température ordinaire. Lorsqu'on chauffe, les anomalies disparaissent. Il serait peut-être intéressant de rechercher comment les phénomènes si curieux étudiés par M. Weiss se modifient avec la température. — Rien n'a révélé à M. **Weiss** une hémiédrie dans la magnétite. D'ailleurs, elle appartient aux spinelles, et, dans cette famille, on ne connaît pas de phénomènes pseudocubiques. D'autre part, la magnétite n'est pas seulement à très peu près cubique; elle l'est bien réellement. Ses octaèdres offrent non pas seulement la symétrie quadratique, mais bien la symétrie cubique. — M. **P. Villard** et M. **R. Jarry** ont étudié et précisé les propriétés de la neige carbonique. Ils ont eu soin d'abord de toujours distiller le gaz; cette opération se fait sans difficulté et n'exige pas plus de 20 minutes. En refroidissant convenablement le récipient, ils obtiennent un rendement en neige de 35 %. Ils ont d'abord repris le point de fusion de cette neige, fixé par Faraday à — 57°. Ils se sont servis d'un thermomètre à toluène, et ont opéré par refroidissement et par réchauffement. Le réservoir à acide carbonique fondant était protégé contre le rayonnement par une enveloppe de papier d'étain. Il était lui-même placé dans un tube argenté intérieurement, et le tout dans une enceinte vide d'air. La température a été de — 57°,1 et la pression correspondante $5^{atm},1$. Les résultats sont les mêmes soit pour la neige ordinaire, soit pour des cristaux de dimensions notables. Ce sont des cristaux cubiques : au contact de l'air ils ne se couvrent pas de givre à cause de la gaine d'acide carbonique gazeux. A l'état solide, la densité est plus grande qu'à l'état liquide. La température de la neige carbonique en vase ouvert est de — 79°, nombre très voisin de celui de Regnault. Cette température est évidemment le point d'ébullition sous la pression atmosphérique. En effet, la pression maxima observée pour la vapeur est bien la pression atmosphérique. La température — 60°, proposée il y a quelques années, est donc inadmissible. A cette température, la pression maxima est de 4 atmosphères. La neige sèche étant incommode à manier, on l'emploie, depuis Thilorier, mélangée à l'éther. Il faut avoir soin de refroidir l'éther. On croit communément que la température est beaucoup plus basse qu'avec la neige seule. Il n'en est rien. Le thermomètre reste stationnaire quand on verse de l'éther sur la neige solide. Regnault n'attribue à l'éther qu'une action de contact. Effectivement, il n'a qu'un rôle dissolvant inappréciable, et ne forme pas de mélange réfrigérant. Lorsque la dissolution est saturée de neige, l'abaissement atteint à peine 1°. L'expérience de la solidification d'un tube de Natterer dans un mélange de neige et d'éther, réussit tout aussi bien avec la neige seule. Avec le toluène, les phénomènes sont les mêmes qu'avec l'éther; mais ils sont tout différents avec le chlorure de méthyle. On obtient un véritable mélange réfrigérant, car la température est plus basse que celle du plus froid des deux corps employés. Il y a dissolution, et, à la saturation, le thermomètre marque — 85°. En dépassant la saturation, la température remonte. Par le passage d'un courant d'air, on peut abaisser ce mélange réfrigérant à — 90°. MM. Villard et Jarry ont ensuite cherché à atteindre des températures beaucoup plus basses en ayant recours au vide. Par ce moyen, M. Pictet avait déjà atteint — 118°. On atteint facilement — 125° sous la cloche de la machine pneumatique, et on peut maintenir cette température pendant plusieurs heures. On a donc là un point de départ suffisant pour arriver à — 200° avec les moyens ordinaires d'un laboratoire et réaliser ainsi l'expérience de la liquéfaction de l'oxygène. — M. **Guillaume** précise la valeur des indications du thermomètre à toluène. En utilisant des travaux encore inédits de M. P. Chappuis, on peut admettre comme très exactes les indications de ce thermomètre jusqu'à — 88°; à — 125°, elles sont encore certainement vraies à 5° près. Puis M. Guillaume signale des résultats nouveaux

obtenus par M. **Olszewski**. Par sa méthode, publiée il y a quelques années, pour la détermination du point critique de l'hydrogène, il a obtenu — 234°,5 en faisant détendre jusqu'à 20 atmosphères, et — 243° en poussant la détente jusqu'à 1 atmosphère. On pourra donc encore obtenir des températures plus basses. — M. **Bouty** signale un travail contenu dans le numéro de *Juin* du *Journal de Physique*, et d'après lequel on est parvenu à 30° du zéro absolu. Edgard Hardié.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 28 Juin 1895.

L'action de l'hypoazotide sur le trichlorure d'antimoine en solution sulfocarbonique ou chloroformique a donné à M. **Thomas** un composé auquel ses analyses permettent d'attribuer la formule suivante : $2Sb\,O^2$, $2Sb\,O\,Cl^3$, Az^2O^5. La même réaction, essayée avec le tribromure et le triiodure d'antimoine, donne un composé répondant à la formule : $4Sb^2O^3, 2Az^2O^5$. MM. **Béhal** et **Blaise** ont étudié la réaction de l'hypoazotide sur l'acide campholénique inactif. Une molécule d'hypoazotide se fixe sur l'acide, et, si on traite le produit obtenu par le bicarbonate de soude, on obtient un corps solide, bleu, fusible à 133° et de formule $C^{10}H^{15}AzO^3$. Si l'hypoazotide continue de réagir, on observe un abondant dégagement gazeux. Le produit final de la réaction est solide, fusible à 175°, de composition $C^{10}H^{15}AzO^4$; il a déjà été obtenu par MM. Kachler, Spitzer, Swarts et Zürrer, qui le dénommèrent acide nitrocampholénique. Ce corps ne possède pas de fonction acide. MM. Béhal et Blaise ont en effet observé qu'il n'agit pas sur le tournesol en solution alcoolique ; il ne décompose pas les bicarbonates alcalins. Ce n'est pas non plus un dérivé nitré : car, à l'ébullition avec les bicarbonates, on peut en éliminer tout l'azote à l'état d'azotite. On obtient comme produit de la réaction une lactone fusible à 30°, $C^{10}H^{14}O^2$. Par les alcalis cette lactone donne un produit cristallisé, fondant à 126°-127°, décomposant les bicarbonates, de formule $C^{10}H^{16}O^3$. C'est l'oxyacide correspondant. Ce composé posséderait une fonction alcoolique sur une liaison éthylénique et se transformerait en donnant l'acide cétonique isomérique. Pour MM. Béhal et Blaise, l'azote de l'acide nitrocampholénique existerait dans la molécule sous forme d'éther nitreux. L'ensemble des réactions précédentes pourrait s'expliquer par les trois formules suivantes :



Acide nitrocampholénique — Lactone — Oxyacide

Si l'acide nitrocampholénique réduit par l'étain et l'acide acétique a donné à MM. Kachler et Spitzer de l'acide amidocampholénique, ce fait s'explique, d'après MM. Béhal et Blaise, en admettant la formation d'hydroxylamine aux dépens du groupe éther nitreux. Cette hydroxylamine donne une oxime avec l'acide cétonique et, par réduction, une amine qui n'est autre chose que l'acide amidocampholénique. — M. **Guerbet** a étudié les dérivés de l'acide isocampholique isolé par lui des eaux-mères de la préparation de l'acide campholique. Il décrit divers sels métalliques et divers éthers de ce composé. Il a aussi préparé le chlorure d'acide et l'amide correspondant. — L'oxydation de l'acide campholénique inactif a donné à M. **Béhal** de l'acide nitrocampholénique et de l'acide hydroxycampholénique comme l'ont trouvé MM. Kachler et Spitzer. On obtient surtout dans cette réaction un acide bibasique correspondant à un acide triméthylsuccinique fondant à 82°, donnant un anhydride fondant à 39°. On n'a pas réussi à identifier ce composé avec les acides en $C^7H^{12}O^4$ connus. M. Béhal se propose d'en établir la formule de constitution. Il se forme en même temps dans cette oxydation un peu d'acide butyrique.

Séance du 3 Juillet 1895.

M. **Dupont** a étudié l'application des divers procédés d'analyse des saindoux à des produits américains de provenances diverses. Les constantes sur lesquelles on se base pour affirmer la pureté d'un produit français sont sans valeur dans le cas des saindoux américains. Ces derniers proviennent, en effet, des diverses parties de l'animal et non exclusivement de la panne, et ils donnent des chiffres variables d'après leur provenance. — M. **Ferdinand Jean** analyse les saindoux en déterminant successivement les caractères physiques et chimiques de la graisse brute et des acides gras séparés par le procédé Lear. On peut ainsi très facilement reconnaître l'addition d'huiles végétales, même si la falsification se complique d'addition de graisses animales concrètes. — M. G. Bertrand présente au nom de M. **Grandjean** un nouveau filtre dans lequel la paroi filtrante est constituée par un disque de cellulose pure que l'eau traverse sous pression. Ce disque est préparé en délibrant du papier de coton et en comprimant à la presse la pulpe obtenue. Dans les plus mauvaises conditions, ce disque arrête les bactéries pendant deux ou trois jours. Au bout de ce temps, on change le disque, de valeur très minime, sans avoir à faire de nettoyage, opération très délicate et toujours nécessaire avec les filtres actuels.

Séance du 12 Juillet 1895.

L'acide pyruvique réagissant sur les bases aromatiques primaires a donné à M. **Simon** l'acide anilpyruvique et ses homologues. On obtient en outre, des produits plus complexes. Avec l'acide phénylglyoxylique on obtient des sels proprement dits ; cependant, par l'action des divers alcools, du benzène, du chloroforme à chaud on obtient l'acide anilphénylglyoxylique par migration du phénylglyoxylate d'aniline. Cette réaction n'est pas générale pour les bases aromatiques, car, si la paratoluidine et la β naphtylamine agissent comme l'aniline, avec l'orthotoluidine et la métaxylidine on n'observe pas de migration et l'α naphtylamine ne paraît donner ni sel ni produit de migration acide. — M. **Cavalier** a préparé divers dérivés phospho-allyliques ; il donne la préparation des divers sels de l'acide mono-allylphosphorique, $PO^4-C^3H^5-H^2$. — M. **G. Bertrand** a reconnu que l'on peut extraire la diastase oxydante ou laccase, qu'il a fait connaître, non seulement du latex de l'arbre à laque, mais encore des plantes les plus diverses. Une solution alcoolique de résine de gaïac constitue un réactif très sensible de ce produit, car au contact même d'une trace de laccase, on obtient une solution blanche bleuissant rapidement par oxydation de la résine sous l'influence continue de l'air et de la laccase. M. Bertrand a aussi reconnu que ce produit est moins sensible à l'action de la chaleur que la plupart des diastases connues, de plus un chauffage modéré augmente son activité. — M. **Grimaux** a essayé d'obtenir l'éther oxyde de la résorcine $(HO)\,C^6H^4-O-C^6H^4\,(OH)$, en traitant ce diphénol par le chlorure de zinc. Cette réaction lui a donné une oxycoumarine identique à l'ombelliferone, un composé $C^{24}H^{18}O^5$ dans lequel les molécules sont soudées par les carbones, et une résine non étudiée. Cette condensation curieuse a lieu à température relativement basse (160°). — M. **Prud'homme** se réserve d'appliquer au paranitrodiamidotriphénylméthane, au paranitro-amidodiphénylhydrol et à leurs dérivés-alcoylés la réaction qu'il a signalée pour le paranitrotétraméthyldiamidotriphénylméthane. — MM. **Lescœur** et **Lemaire** ont remis une note sur le dosage volumétrique des sels de zinc, et M. **Perrot** une note sur la dissociation des solutions aqueuses de chlorure de zinc.

E. Charon.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 — *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE RÉCENT CONGRÈS DES SOCIÉTÉS D'INSTRUCTION POPULAIRE

31 AOUT-1er SEPTEMBRE

La *Société havraise d'Enseignement par l'Aspect* a pris une heureuse initiative en provoquant la constitution d'un *Congrès libre des Sociétés d'Instruction et d'Education populaires*. Ce congrès vient de tenir sa première réunion au Havre sous la présidence d'honneur de M. R. Poincaré, ministre de l'Instruction publique, et avec le concours de MM. Gréard, Liard, Rabier, Buisson et Zévort. Un grand nombre d'éducateurs, d'instituteurs et de professeurs de cours d'adultes, venus de tous les points de France, notamment de Normandie, de la région parisienne (surtout de Seine-et-Marne) et de nos départements de l'Est, ont pris part aux travaux de l'Association.

Ces travaux se sont trouvés grandement facilités par le soin qu'avaient pris les organisateurs du congrès de demander aux adhérents des mémoires sur les principaux sujets qui intéressent l'enseignement populaire. Classés sous quatre chefs (Cours d'adultes, Conférences populaires, Enseignement par l'aspect, Patronages scolaires), ces mémoires ont fait l'objet de quatre Rapports destinés à les résumer et à synthétiser les vœux que les différents auteurs s'accordaient à exprimer. Ces Rapports ont été ensuite soumis au Congrès ; ils y ont suscité d'ardentes discussions. On conçoit qu'en une première réunion l'assemblée n'ait pu se mettre d'accord sur tous les points, et il conviendra de laisser mûrir, avant de les juger d'une façon définitive, certaines des idées émises avec plus ou moins de circonspection au cours des débats. De nouvelles assises seront nécessaires pour reprendre utilement l'examen des diverses propositions mises aux voix par le Bureau. Aussi est-ce moins sur des vœux, formulés peut-être d'une façon un peu hâtive, que sur les questions soumises à la discussion qu'il importe aujourd'hui d'attirer l'attention. — Voici parmi les questions agitées, les principales :

1. — La loi du 28 mars 1882 sur l'obligation scolaire doit-elle être complétée par certaines dispositions relatives à la fréquentation obligatoire des cours d'adultes?

2. — Doit-on demander à l'État l'organisation d'un examen des recrues militaires fait au point de vue de leur instruction primaire, et assurant aux soldats les plus instruits, aux diplômés de l'Enseignement populaire, certaines prérogatives?

3. — Y a-t-il lieu d'obliger les Conseils municipaux à laisser les instituteurs ouvrir, dans les écoles, et en dehors des classes réglementaires, des cours d'adultes?

4. — Doit-on désirer que plusieurs des délégués des Sociétés d'enseignement populaire, reconnues d'utilité publique, fassent partie *de droit* du Conseil supérieur de l'Instruction publique?

6. — La création d'un *Certificat de capacité électorale*, délivré aux adultes après un examen, serait-elle de nature à servir la fréquentation des cours du soir?

7. — Qu'une circulaire de M. le Ministre de l'Instruction publique invite MM. les Inspecteurs d'Académie à faire organiser par les instituteurs, dans toutes les communes, des conférences publiques à raison d'une par quinzaine ou par semaine, invite les maires à prêter dans ce but les salles de mairie aux instituteurs.

9. — Qu'il soit imprimé par l'Imprimerie Nationale une encyclopédie populaire, destinée à fournir aux instituteurs la substance de leurs conférences.

10. — Qu'on fasse des conférences commerciales et industrielles.

11. — Que les illettrés ne soient pas inscrits sur les listes électorales.

ÉTAT ACTUEL DE LA VINIFICATION

EN FRANCE

I. — SITUATION DE LA VITICULTURE

La viticulture française a subi, du fait du phylloxera, une effroyable crise. La perte complète d'un vignoble, le plus important du monde, et sa reconstitution sur un pied, sinon égal, tendant du moins à le devenir à brève échéance, tels sont les deux faits dominants de l'histoire de la viticulture en France pendant la dernière moitié du siècle. Actuellement de nouvelles souches couvrent le sol, c'est vrai, mais tout est changé. Aux méthodes de culture très simples d'autrefois ont succédé des procédés beaucoup plus complexes.

La nécessité impérieuse d'annihiler l'effet distractif du phylloxera impose en effet : soit l'adoption de plants qui ne meurent pas de ses attaques, tels les plants américains; soit l'établissement de vignes françaises dans des sols réfractaires par nature au développement de l'insecte, tels les sables; soit encore, dans les terrains qui s'y prêtent, l'adoption de pratiques tuant périodiquement le parasite, telle la submersion hivernale. D'une façon très générale, la première de ces méthodes a servi à la reconstitution du vignoble français, mais nombreuses sont les difficultés contre lesquelles se sont heurtés les viticulteurs. La substitution de la vigne américaine à la vigne française, préconisée par nombre de savants, en tête desquels il faut nommer Planchon, ne fut pas aussi simple qu'elle le semble. Tous les cépages américains ne présentent pas une égale résistance au phylloxera; certains même ne résistent pas plus que la vigne française, et l'engouement qui accompagne invariablement toute nouveauté en France devait amener bien des insuccès, bien des déboires, après lesquels beaucoup de viticulteurs se trouvaient sans force et souvent, hélas! sans argent pour tenter une nouvelle reconstitution sur des bases plus solides.

Les vignes américaines, essayées tout d'abord comme producteurs directs, n'ont fourni que des vins tellement différents, tellement inférieurs, comme qualité et comme quantité, à nos bons vins de France, que recourir à elles semblait une utopie. Le greffage de bois français sur souches américaines nous a rendu nos vins, jeunes encore, il est vrai, mais possédant toutes les qualités des vins jeunes d'autrefois.

La culture de la vigne est redevenue possible en France, mais elle est aussi radicalement différente de ce qu'elle était autrefois et notamment beaucoup plus coûteuse.

Plus robuste au point de vue du phylloxera, la vigne américaine se montre plus difficile que la vigne française en ce qui concerne le sol. Certains cépages, et ce sont malheureusement des meilleurs comme résistance, vivent mal ou ne vivent pas du tout dans des sols où la vigne française était autrefois très prospère. Il y a là une difficulté d'adaptation du cépage au sol qui a causé bien des mécomptes. Aujourd'hui une connaissance plus complète des cépages américains et des conditions de leur vitalité, la découverte de l'action très spéciale des sels de fer qui atténuent ce défaut d'adaptation, mettent la viticulture à l'abri de nouveaux mécomptes.

La situation du vigneron est cependant très dure. Les frais annuels de culture de l'unité de surface sont singulièrement augmentés, qu'il s'agisse d'ailleurs de ceps américains, producteurs directs ou greffés, de vignes françaises en sables, ou soumises à la submersion hivernale, ou même d'anciennes souches défendues contre le phylloxéra à grand renfort de sulfure de carbone.

Des maladies cryptogamiques, inconnues autrefois ou n'exerçant qu'une action très limitée, sont venues s'adjoindre à l'oïdium; toutes nécessitent un traitement spécial, partant, des frais de main-d'œuvre, de remèdes, d'appareils pour les appliquer, bref, un ensemble de charges qui élèvent en moyenne à *mille francs* les frais actuels de la culture d'un hectare de vigne, dans les régions qui fournissent les vins de grande consommation, c'est-à-dire les vins payés à très bas prix au producteur.

Les rendements ne sont pas d'ailleurs, dans la grande majorité des cas, assez élevés pour compenser le bas prix des vins. On a beaucoup de tendance dans le nord de la France à attribuer des rendements fantastiques aux vignobles méridionaux. Dans le département de l'Hérault, il atteint à peine en moyenne 40 hectolitres; il y a loin, on le voit, de ce chiffre aux 200, 250 et même 300 que nombre de personnes, peu au courant de la viticulture méridionale, lui accordent très généreusement.

La culture de la vigne est possible en France dans toute la partie du territoire comprise au sud d'une ligne partant de Saint-Nazaire, passant par Paris et allant rejoindre la frontière belge aux en-

virons de Givet; mais, tandis que cette culture n'occupe guère que des coteaux à partir de la vallée du Rhône, elle se fait en plaine dans toute la région méridionale, notamment sur le littoral méditerranéen. La viticulture n'est vraiment la culture dominante que dans cette dernière région et le Bordelais. Les départements des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, de l'Hérault et du Gard fournissent, à eux seuls, plus du tiers de la production totale. Cette portion du vignoble français est, de ce fait, la première intéressée à toutes les questions de vinification; aussi est-ce là que se trouvent nombreuses les installations vinicoles perfectionnées.

Le département de l'Hérault, dont la production a atteint autrefois 15.000.000 d'hectolitres, qui produit actuellement environ la moitié de ce chiffre, tient, sans contredit, le premier rang parmi les départements viticoles. C'est la portion du sol français où la crise phylloxérique a produit le plus de ruines. C'est aussi celle qui s'est relevée le plus promptement et le plus largement. Un simple coup d'œil sur les diagrammes ci-joints (fig. 1) montre à la fois l'étendue du désastre et l'activité prodigieuse des viticulteurs.

On remarquera dans ces diagrammes une différence très notable entre la production moyenne d'autrefois et celle d'aujourd'hui, par unité de surface plantée. Cette disproportion tient à trois causes : le vignoble, jeune encore pour une notable partie, n'est pas encore arrivé à son maximum de rendement; les cépages de qualité entrent pour une proportion bien plus forte dans les nouvelles plantations que dans les anciennes, composées surtout de cépages à grand rendement; enfin, certains cépages américains n'ont pas pour le greffon qu'ils portent une affinité parfaite, et la conséquence de ce défaut d'affinité se traduit par une moindre fécondité.

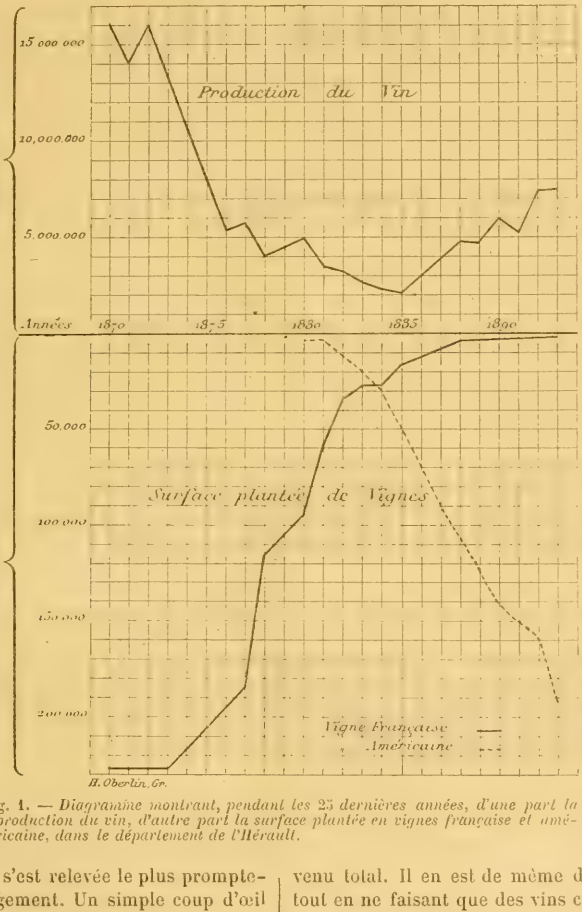


Fig. 1. — *Diagramme montrant, pendant les 25 dernières années, d'une part la production du vin, d'autre part la surface plantée en vignes française et américaine, dans le département de l'Hérault.*

L'étude que nous allons faire de l'état actuel de la vinification s'appliquera surtout aux pays qui fournissent les vins de grande consommation, les vins du Midi, si peu connus malgré leur abondance [1]. C'est là seulement, en effet, que cette étude peut présenter de l'intérêt. Les pays à vins fins vinifient depuis des siècles suivant des règles immuables, fort bonnes d'ailleurs pour traiter des masses relativement peu considérables de raisins. Le prix de fabrication d'un hectolitre de vin peut être plus ou moins élevé de quelques centimes, cela n'influe pas beaucoup sur le revenu total. Il en est de même dans les pays qui, tout en ne faisant que des vins communs, en font assez peu pour qu'ils se consomment sur place.

Dans la région méridionale, c'est autre chose. Les frais culturaux sont considérables, les rende-

[1] Le consommateur croit volontiers que les vins du Midi sont épais, chargés en couleur et en alcool, imbuvables en nature. Rien n'est moins vrai; ils sont, au contraire, fruités, légers, très agréables au palais et constituent d'excellent vin de table sans mélange aucun. Il serait très désirable de rectifier cette opinion erronée, bonne pour les gros vins d'Espagne, non pour les nôtres.

ments beaucoup moindres, je l'ai dit, que ne le croient les personnes peu versées dans ces questions spéciales. L'industrie de l'alcool ne permet plus d'espérer un bénéfice de la distillation des vins, il faut donc faire des vins de bonne tenue et à bon marché. Pour en arriver là, on rogne de tous côtés pour réduire au strict minimum le prix de revient de la fabrication, et c'est dans ces économies forcées qu'il faut voir la raison de la transformation de l'outillage et de la substitution de la mécanique à la main de l'homme dans les grandes caves actuelles. — J'examinerai, dans cette étude, la vinification en blanc et en rouge, je décrirai l'outillage actuel des celliers et j'en montrerai l'application dans quelques grandes exploitations créées récemment dans la région méditerranéenne, la région des vins de grande consommation.

II. — FERMENTATION VINIQUE

Le phénomène dominant de la vinification ou transformation du raisin en vin est la fermentation, caractérisée par la disparition du sucre et l'apparition de l'alcool. Étudier en détail la fermentation vinique serait sortir du cadre de cet article. Je me borne à rappeler que la fermentation vinique est l'œuvre d'un organisme vivant, *Saccharomyces ellipsoïdeus*, qui se rencontre naturellement sur le raisin à maturité.

Comme tout être vivant, celui qui nous occupe travaille mal ou bien suivant les conditions dans lesquelles il se trouve placé.

Ces conditions optima, bien connues aujourd'hui des viticulteurs, sont :

1° Une aération abondante de la vendange avant le départ de la fermentation pour favoriser la prolifération du ferment. Elle s'obtient plus ou moins parfaitement pendant le foulage.

2° Une température comprise entre 25 et 30°, pour les vins rouges au moins. On emploie, pour réaliser cette condition, différents moyens.

3° Un milieu d'un titre acide convenable, qu'on réalise le plus souvent dans le Midi par des vendanges hâtives.

4° Une aération ménagée de la masse pour réveiller une fermentation paresseuse, et qu'on obtient par un soutirage du moût au bas de la cuve, faisant traverser l'air au jet avant de le ramener à la partie supérieure du récipient.

J'ajouterai, enfin, qu'une propreté scrupuleuse est la règle dans tous les celliers des propriétaires soucieux de faire des vins de bonne tenue.

La généralisation de ces soins de propreté est peut-être le plus puissant facteur de la conservation des vins, bien plus sûre aujourd'hui, quoi qu'on puisse en penser, qu'elle ne l'était autrefois.

Les procédés de transformation du raisin en vin varient à l'infini dans les détails, suivant qu'il s'agit de telle ou telle région, quoique dans les grandes lignes ils restent toujours les mêmes. Ils varient encore suivant le type de vin à produire, et, en ce qui concerne les vins de liqueur, beaucoup sont du domaine de la cuisine ou de la confiserie plutôt que de la vinification, qui comporte toujours la fermentation. Nous ne nous occuperons que de ceux qui se rapportent aux vins courants, et l'on peut, en envisageant seulement ce côté de la question, diviser la vinification en deux sortes principales : la vinification *en blanc* et *en rouge*.

Quel que soit le produit visé, il est des opérations, — telles que le foulage ou broyage des raisins et le pressurage, — qui sont communes à toutes les vinifications.

§ 1. — Vinification en blanc.

Elle s'opère en partant, soit de raisins blancs, soit, moins communément, de raisins rouges à jus incolore.

Dans les deux cas les raisins sont d'abord broyés, égouttés, puis soumis à un pressurage immédiat, après lequel le moût obtenu est entonné et abandonné à la fermentation spontanée. Je reviendrai plus loin sur les conditions qu'on cherche à réaliser pour obtenir de bonnes fermentations.

Les conditions de la récolte du raisin varient avec les pays ; quelquefois, comme dans la région de Sauterne ou du Rhin, on dépasse volontairement la maturité parfaite, laissant les fruits sur souche jusqu'à ce qu'ils soient envahis par une moisissure spéciale, *Botrytis cinerea* ou pourriture noble. Je n'ai pas à examiner ici l'action de cette moisissure ; je me borne à indiquer le procédé, dont le résultat est une augmentation très considérable de la richesse du moût en sucre.

Dans les régions à vins fins, celles que je viens de citer entre autres, la fermentation s'opère dans des fûts de faible capacité, le plus souvent dans des barriques ordinaires ; cette fermentation, souvent très lente, est suivie de nombreux soutirages qui débarrassent le liquide de toutes les impuretés en suspension, et fournissent enfin le vin brillant qui séduit l'œil avant le palais.

Dans les autres régions, la région méditerranéenne notamment, la fermentation s'opère dans des récipients de grande capacité. Les moûts y sont quelquefois envoyés sans autre manipulation ; mais le plus souvent ils n'y arrivent qu'après un *débourbage*, c'est-à-dire une séparation des grosses impuretés, qui s'obtient de la façon suivante : On retarde le départ de la fermentation de 18 ou 20 heures par l'emploi ménagé de l'acide sulfureux provenant de la combustion du soufre à

l'air. Le moût chargé d'acide sulfureux en faible quantité (3 à 5 centigrammes par litre) est abandonné pendant quelques heures, au bout desquelles un soutirage le sépare de sa grosse lie; c'est ainsi débourbé qu'on l'envoie dans les récipients de fermentation. Dans le Midi ce sont des foudres de contenance variable, mais très fréquemment de 200 à 300 hectolitres de capacité. La fermentation s'établit immédiatement après l'entonnage, si l'acide sulfureux n'a pas été trop abondamment employé. Le débourbage des moûts est une opération très recommandable à tous égards; le vin obtenu présente plus de finesse, son dépouillement est aussi plus rapide. — S'il s'agit de vinifier en blanc des raisins rouges, la chose est un peu plus complexe. Il est bien entendu qu'il ne faut pas songer à vinifier de la sorte des cépages à jus coloré, tels que le Teinturier ou les divers hybrides Bouschet; mais, même avec des raisins rouges à jus incolore, on doit prendre de grandes précautions pour ne pas dissoudre de matière colorante.

Il y a, pour arriver à ce résultat, deux conditions indispensables : il faut une très grande rapidité de manipulation pour éviter tout commencement de fermentation pendant les opérations de foulage et de pressurage, et il faut encore éviter de désorganiser les pellicules des raisins par un foulage trop complet.

En réalisant ces deux conditions, on fera toujours du vin très blanc; mais il y a aussi la contre-partie : le rendement sera faible. Il est préférable, à mon avis, d'obtenir moins et plus beau en blanc, quitte à faire cuver avec d'autres raisins rouges les moûts non épuisés pour blanc.

Le débourbage des moûts de raisins rouges vinifiés en blanc présente une double importance. Quelles que que soient les précautions prises, les moûts entraînent toujours quelques fragments de pellicules, souvent très petits, suffisants cependant pour donner une teinte rose à la masse, la fermentation une fois terminée; le débourbage assure donc ici non seulement la finesse, mais encore la non-coloration par la séparation de ces fragments de pellicules. J'ai établi son action très réelle dans ce sens par quelques expériences [1].

J'ajouterai que si, malgré toutes les précautions prises, le vin possède une très légère teinte rose à peine appréciable, on parvient à l'en priver par la pratique courante usitée pour les vins blancs : le soutirage dans un récipient *méché*, c'est-à-dire plein d'un mélange de gaz sulfureux et d'air. Il existe bien d'autres moyens capables même de décolorer entièrement des vins rouges faibles, mais ils sont du ressort du tripotage et je n'en veux pas parler.

[1] *Revue internationale de Viticulture et d'Œnologie*, 1894.

§ 2. — Vinification en rouge.

La fabrication des vins rouges diffère essentiellement de celle des vins blancs, en ce que, pour cette dernière, on s'attache à séparer les organes solides du fruit avant tout départ de fermentation, tandis pour la première, c'est en présence de tout ou partie de ces organes solides que le phénomène s'accomplit.

Comme pour la vinification en blanc, la première opération que subit le raisin vinifié en rouge, c'est le foulage. Quelques viticulteurs s'affranchissent de cette manipulation, surtout lorsqu'il s'agit de raisins à pellicule très mince; mais, s'il n'y a pas foulage à proprement parler, en réalité une partie très notable des grains sont écrasés : cela suffit à déterminer le départ de la fermentation, et l'élévation de température qui en est la conséquence fait éclater les grains restés indemnes. Cette manière d'opérer, bien que plus simple, est cependant peu suivie. Les résultats obtenus ne paraissent pas valoir ceux qui suivent un bon foulage et j'ai remarqué personnellement que les vins de presse qui proviennent de telles vendanges contiennent toujours du sucre.

Après le foulage, la vendange est soit entonnée telle quelle, soit soumise à l'égrappage. On trouvera plus loin la description des appareils d'égrappage; je me borne à dire ici que ce procédé n'est adopté que par un petit nombre de viticulteurs dans les pays producteurs de vin de grande consommation.

La fermentation a lieu soit dans des cuves ouvertes en pierre ou bois, soit dans des récipients faiblement ouverts, cuves ou foudres.

La capacité des récipients et leur nature varient beaucoup suivant les pays. Tandis que les viticulteurs producteurs de vins fins font cuver dans des récipients de faible dimension, ceux des pays méridionaux utilisent fréquemment des cuves en maçonnerie cimentée ou à revêtement de verre, ou des foudres de très grande capacité, allant jusqu'à 600 hectolitres.

Au moment de l'entonnage, la masse est homogène; mais, dès que la fermentation commence des bulles d'acide carbonique se logent dans les cavités des pellicules, diminuent ainsi très notablement la densité, de sorte que tout le marc ne tarde pas à remonter et flotte véritablement sur la nappe liquide. Le marc ainsi aggloméré forme *le chapeau*. Il faut absolument éviter le contact de ce chapeau avec l'air pur ou mélangé d'acide carbonique, contact qui amènerait à la surface le développement de nombreuses moisissures et organismes, au nombre desquels il faut placer le *mycoderma aceti*. Il est donc nécessaire soit de réduire suffisamment l'ouverture des récipients pour que le

gaz carbonique, qui ne peut dès lors être balayé au fur et à mesure de sa production, surmonte seul le chapeau, soit d'empêcher le marc de remonter au moyen de claies, de filets ou de tout autre artifice.

Ces dernières fermentations, dites *à chapeau submergé*, sont recommandables à tous égards; les principes solubles contenus dans le marc passent plus facilement dans le vin, lui donnent plus de vigueur sans lui imprimer de défauts, si les cuvaisons ne sont pas trop prolongées. La durée de la cuvaison varie de 3 à 10 jours dans la majorité des cas. Les vins dits *de macération* cuvent beaucoup plus longtemps, mais leur âpreté toute particulière s'oppose à leur utilisation immédiate.

Quand on juge la cuvaison suffisante, on soutire le vin dit *de goutte*, et les marcs soumis au pressurage fournissent les vins dits *de presse*. A la sortie du pressoir les marcs sont ordinairement utilisés pour alcool, soit en les distillant directement, — ils fournissent alors l'eau-de-vie *de marc*, très estimée dans plusieurs régions, — soit, ce qui vaut mieux, en leur faisant subir un lavage méthodique qui fournit une *piquette*, d'où la distillation retire un alcool franc de goût. Le résidu, enfin, constitue soit un engrais, soit un produit d'alimentation très bien accepté par divers animaux, notamment le mouton.

III. — OUTILLAGE DES CELLIERS

L'outillage des celliers n'est pas très complexe; il se compose :

1° D'appareils broyeurs du raisin : *fouloirs;*

2° D'appareils de séparation ou d'extraction : *égrappoirs*, *pressoirs;*

3° De récipients de fermentation et de conserve;

4° De pompes et conduites de circulation.

§ 1. — Fouloirs

Un bon appareil broyeur du raisin doit réaliser deux conditions : ne laisser intact aucun grain de raisin, et n'altérer ni les rafles ni les pépins; l'écrasement de ces éléments permettrait la dissolution dans le vin de principes de nature à en atténuer la qualité.

Le fouloir à pieds d'homme, une grande auge en bois dans laquelle on piétine le raisin, très analogue à un vaste pétrin, était autrefois presque universellement adopté. Il l'est encore aujourd'hui dans quelques petites exploitations. Le foulage à pieds d'homme est excellent, il permet une abondante aération de la vendange, et c'est une condition très favorable à un bon départ de la fermentation. Les rafles et les pépins sont inaltérés; mais si on veut broyer tous les grains, il est très long et, par suite, peu économique. Cette méthode présente, en outre, un caractère un peu répugnant, puisqu'il s'agit de la fabrication d'une boisson: aussi tend-il, malgré ses qualités, à disparaître des caves modernes, où l'antique pétrin de nos pères ne se verra bientôt plus.

L'appareil broyeur le plus généralement adopté est le fouloir à cylindres. Il se compose essentiellement de deux cylindres à axes horizontaux et parallèles, tournant en sens inverse l'un de l'autre et portant des cannelures à leur surface.

Le plus courant comporte deux cylindres : l'un cannelé parallèlement à l'axe, l'autre dont les cannelures sont hélicoïdales. L'écartement des cylindres est réglé avec soin. Trop faible, le fouloir fournit peu de travail et prend beaucoup de force; avec un écartement exagéré, le foulage est insuffisant.

Les cylindres sont animés d'une vitesse de rotation différente, dans le rapport de 1 à 3, le cylindre à cannelures hélicoïdales tournant le plus vite. Ils sont mus soit par la main de l'homme, soit mécaniquement, et fournissent d'ailleurs un travail d'autant plus parfait que leur alimentation est plus régulière. Les fouloirs à cylindres mus à bras d'homme sont presque toujours mobiles et se placent sur l'ouverture même du récipient à remplir. Dans ces conditions, l'aération de la vendange est imparfaite, le contact de la vendange foulée avec l'air ambiant étant à peu près nul.

Un gros inconvénient des fouloirs à cylindres réside en ce fait que l'introduction accidentelle d'un corps dur, une pince, par exemple, dans la vendange peut amener la rupture de l'un des deux cylindres. On a cherché par divers dispositifs à atténuer ce grave défaut, mais on ne peut pas dire que l'on ait tourné la difficulté d'une façon tout à fait satisfaisante.

La manœuvre d'un fouloir à cylindres est pénible, les hommes qui l'actionnent doivent être fréquemment relevés; mais c'est là un inconvénient inhérent à la nature du travail à faire. Un fouloir actionné par quatre hommes se remplaçant ne peut guère fournir plus de 3.000 kil. de vendange foulée à l'heure. Le rendement en jus, qui, pour un cépage donné, est fonction de la perfection du foulage, est assez faible avec le fouloir simple à deux cylindres.

Ce n'est là un défaut que s'il s'agit de vinification, surtout de vinification en blanc de raisins rouges. Si la vendange passe successivement à travers deux fouloirs simples, ou mieux dans un fouloir à quatre cylindres superposés deux à deux, le rendement en jus s'améliore notablement.

Les appareils broyeurs à cylindres sont, en somme, de bons instruments qui resteront longtemps encore les plus pratiques pour la petite et la moyenne propriété.

Un fouloir tout nouveau, très intéressant et très original en ce qu'il est fondé sur un principe non appliqué en vinification jusqu'ici, est l'appareil nommé *turbine aéro-foulante* par son inventeur, l'ingénieur P. Paul.

Bien qu'à peine âgé de trois ans, ce fouloir a déjà reçu de son inventeur quelques modifications de détail. Je donne ici (fig. 2 et 3) le croquis des derniers modèles de cet appareil, et je veux tout de suite emprunter au rapporteur de la Section des Appareils au *Congrès international viticole* de Montpellier, la description à la fois très simple et très claire qu'il donne de la turbine aéro-foulante.

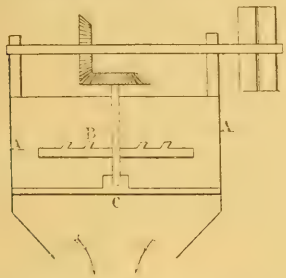


Fig. 2. — *Schéma de la turbine aéro-foulante.* — A, Cylindre fixe; B, Disque horizontal, faisant 250 tours à la minute environ, portant des saillies qui projettent le raisin contre A; C, Croisillon soutenant l'axe de B.

Voici en quels termes le décrit le Rapport :

« Contentons-nous de rappeler que l'écrasage du « grain, l'égrappage et la libération du moût sont ob- « tenus en projetant le raisin par la force centrifuge « contre les parois cylindriques fixes de la turbine. De « cette façon et avec une vitesse de rotation convena- « blement déterminée, on est sûr de la désorganisa- « tion de tous les grains, et on est, chose très impor- « tante, certain que soit les grappes, soit les pépins, « sont restés absolument intacts, puisqu'il faudrait, « pour entamer les tissus qui les constituent, une vi- « tesse incomparablement plus considérable.

« C'est le point original et important de l'invention « de cet appareil, cette sélection parfaite entre la ma- « tière qu'il faut broyer et celle dont le broyage est « non seulement inutile, mais nuisible. »

J'ajouterai à ces avantages si nettement exposés celui qui résulte d'une aération parfaite de la vendange. Le moût sortant de la turbine est une véritable émulsion d'air.

Je n'ai pas personnellement déterminé cette quantité d'air ainsi émulsionné, mais il résulte de notes publiées par l'inventeur qu'elle atteindrait 5 °/₀ en volume.

Ce sont là, évidemment, des conditions tout particulièrement favorables pour préparer un bon départ de la fermentation.

L'ensemble des qualités de cet appareil de foulage vraiment original justifie le succès non encore démenti qui l'a accueilli dès son apparition.

La turbine aéro-foulante est mue mécaniquement pour les grands modèles, à l'aide d'un manège ou à bras d'homme pour les modèles réduits. Le travail qu'elle peut fournir est considérable. Dans les premières expériences effectuées, la turbine a broyé journellement plus de 250 tonnes de raisins. Elle avait un diamètre de 1 m. 40. Le disque horizontal tournait à 250 tours par minute, et cette vitesse n'a jamais eu besoin d'être dépassée. On se rend aisément compte d'ailleurs qu'avec cette marche la vitesse tangentielle est largement suffisante pour assurer la désorganisation parfaite de tous les grains.

§ 2. — Égrappoirs

Ce sont des appareils essentiellement composés d'un axe hérissé de tiges disposées autour de lui en hélice, qui tourne dans un cylindre horizontal formé dans sa moitié inférieure d'une tôle perforée de trous assez grands pour laisser passer les grains broyés, mais non les rafles. Du fouloir la vendange passe dans l'égrappoir; la disposition en hélice des tiges opère le transport des rafles, qui sont rejetées, tandis que le jus et les pulpes sont conduits par une gouttière dans les cuves de fermentation.

L'utilisation des appareils d'égrappage est très restreinte. La valeur de cette méthode de vinification n'est pas, en effet, bien nettement établie; beaucoup pensent, et je suis du nombre, que, si l'égrappage imprime au vin certaines qualités, il ne laisse pas d'avoir quelques défauts. Au reste, cette méthode ne présente pas la même utilité avec tous les cépages, et je pense personnellement que les vins de la région méridionale n'en tirent aucune amélioration sensible.

L'égrappoir est très généralement annexé à un fouloir, qui porte alors le nom de *fouloir-égrappoir*.

M. Paul a réalisé avec sa turbine un fouloir-égrappoir dont je donne un croquis (fig. 3), et qui présente cette particularité d'être successivement, à l'aide d'une manœuvre très simple, fouloir seulement, fouloir-extracteur de moût ou fouloir-égrappoir.

Au-dessous de la turbine est disposé un cylindre dont l'axe, hérissé de tiges en hélice, constitue un transporteur. La moitié inférieure de ce cylindre est mobile et peut être enlevée à la façon d'un tiroir. Pour le foulage simple, ce tiroir est en tôle pleine; pour l'extraction du moût, il est en tôle perforée de trous assez petits pour que les pépins même n'y passent pas; enfin, pour l'égrappage, il est en tôle perforée de trous d'un diamètre assez fort pour laisser passer pulpe, pépins et pellicules.

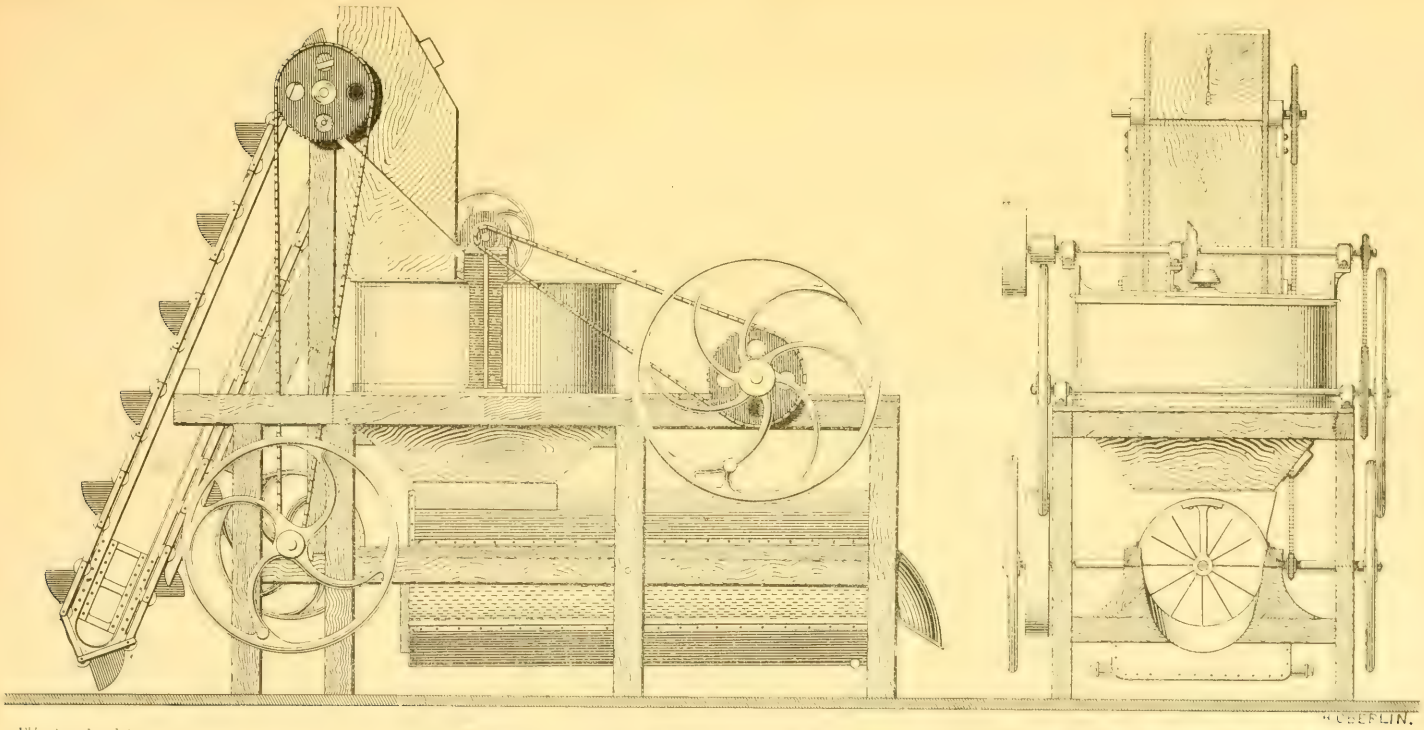


Fig. 3. — *Turbine aéro-foulante avec transporteur séparateur ou égrappeur à volonté.*

J'ajouterai qu'il s'agit là d'un appareil qui absorbe assez de force et qui ne me semble pas pouvoir être actionné à bras d'hommes.

§ 3. — Pressoirs discontinus

Quand la fermentation est terminée, on procède au soutirage du vin, c'est-à-dire qu'on sépare des parties solides du fruit tout le vin qui s'en peut écouler spontanément. On obtient ainsi le vin dit *de goutte*. Le marc, qui forme une partie plus ou moins considérable de la masse totale suivant le cépage employé, retient après l'égouttage environ 90 °/₀ de son poids. Le pressurage a pour effet de forcer l'écoulement d'une bonne partie de ce vin. Le pressoir est donc un instrument d'une très grande importance.

A l'origine, des planches et quelques grosses pierres constituaient les pressoirs; mais on n'obtenait ainsi qu'une pression par trop insuffisante. C'est sous forme de pressoir que la Mécanique s'est introduite déjà depuis des siècles dans les celliers, et le type ancien, avec quelques modifications de détail, est encore de nos jours le plus usité.

Le pressoir actuel se compose essentiellement d'une vis verticale fixée sur un plan horizontal, *maie*, et le long de laquelle se meut un écrou qui constitue l'appareil de serrage. Le marc à presser est étendu sous une épaisseur variable sur la maie autour de la vis; parfois il est soutenu latéralement par une *claie* à claire-voie; on le surmonte d'un couvercle, *chapeau*, et d'un certain nombre de pièces de bois, madriers ou poutres, *la charge*, qui transmet à la masse la pression obtenue par le serrage de l'écrou.

Le serrage s'obtient au moyen de leviers de différentes formes; les uns sont actionnés toujours dans le même sens; les autres, et ce sont les plus usités, sont alternativement actionnés dans un sens et dans l'autre, mais agissent toujours dans le même sens sur l'écrou, grâce à un rochet qui renverse le mouvement. La maie est en bois, en métal (fer), ou en ciment. Celles en bois seraient excellentes, si l'étanchéité était facile à obtenir; celles en fer sont très bonnes, mais il faut garantir le métal par un enduit protecteur quelconque pour éviter de mauvais goûts; celles en ciment bien établies sur béton sont parfaites et pour ainsi dire inusables.

La charge d'un pressoir doit toujours présenter une certaine élasticité.

La charge constitue, en effet, une sorte d'accumulateur de pression. Si l'on pressait du marc de raisin surmonté d'une charge non élastique, une fois arrivé à la limite de serrage que comporte l'appareil, il faudrait continuer sans interruption à l'actionner pour obtenir un bon rendement. Avec une charge élastique, l'appareil peut être abandonné à lui-même, la pression se continue, restituée par l'élasticité de la charge, et le temps pendant lequel l'appareil peut être ainsi abandonné est proportionnel à la déformation subie par la charge sous l'influence de la pression. Les pressoirs à charge en bois sont supérieurs sous ce rapport à ceux dont la charge est en fer.

L'adjonction, entre un chapeau non élastique et l'écrou, de ressorts d'une grande énergie, idée qui appartient à M. l'ingénieur Crassous[1], constitue un perfectionnement remarquable des pressoirs (fig. 4 et 5).

Le chapeau et l'écrou remontent d'un même mouvement et redescendent de même; c'est là déjà une simplification très notable de la manœuvre; mais où l'avantage devient plus appréciable encore, c'est dans le jeu des ressorts. Ces ressorts sont du type de ceux usités dans les tampons des locomotives de chemins de fer; leur résistance à l'affaissement est nominalement de 20.000 kil. et leur course de 14 à 15 centimètres. Ils affectent une forme que donne très bien la figure 4. Ils s'affaissent sous la pression et continuent à faire descendre le chapeau de toute la hauteur qu'ils avaient primitivement quand on abandonne le serrage Cette course, comme je l'ai dit, est voisine de 14 à 15 centimètres, et cela représente un temps assez long pour que les ouvriers du cellier puissent vaquer utilement à d'autres besognes.

En effet, tandis qu'un pressoir ordinaire à charge en fer ou bois nécessite un supplément de serrage, un quart d'heure au minimum après qu'il a été abandonné, — le pressoir à ressorts accumulateurs de pression continue à travailler de lui-même pendant quatre à six heures suivant le degré du serrage.

Le nombre des ressorts est variable avec la surface des pressoirs, et cette surface est elle-même fort différente suivant la pression qu'on se propose d'obtenir. En général, on retaille une charge de marc sur ses bords et sur une largeur de 30 ou 40 centimètres suivant les cas. Le marc ainsi retaillé est rejeté sur le gâteau restant, et on reprend le serrage. La pression en valeur absolue reste la même; mais, comme elle est alors distribuée sur une surface bien plus faible, la pression par unité de surface est beaucoup plus considérable.

On s'est beaucoup trop préoccupé, d'après l'opinion de nombre de spécialistes, d'obtenir des pressions énergiques. Le rendement en jus d'une quantité donnée de marc est, en effet, fonction de deux facteurs : de la pression et du temps pendant lequel cette pression s'exerce. Or, le second de ces

[1] Cette idée a été mise en pratique par M. Paul, qui construit couramment ces pressoirs.

facteurs ne peut en aucun cas être remplacé par le premier. Il vaut mieux laisser plus longtemps du marc sous le pressoir en le soumettant à une pression modérée que de le soumettre pendant un temps plus court à une pression beaucoup plus énergique.

Le type usité (pressoir à ressorts accumulateurs de pression) dans la cave de M. Eug. Thomas, au château de Poussan-le-Haut près de Béziers, comporte une maie de trois mètres de diamètre (fig. 5). On y dispose couramment le marc d'un foudre de 420 hectolitres, mais il n'a pas avec cette quantité sa charge complète. On y pourrait mettre facilement le marc de 600 hectolitres d'un mélange de Carignan et Aramon qui constitue la majorité des vins rouges de ce domaine. Le marc est complètement enfermé dans des claies qui facilitent l'écoulement du vin: claies inférieure, latérale et supérieure. Le temps de pressée est de dix-huit heures. La cuverie très importante dont on trouvera une photographie plus loin (fig. 10), possède deux pressoirs de ce type qui suffisent aux besoins d'une exploitation de plus de 10.000 hectolitres de vin.

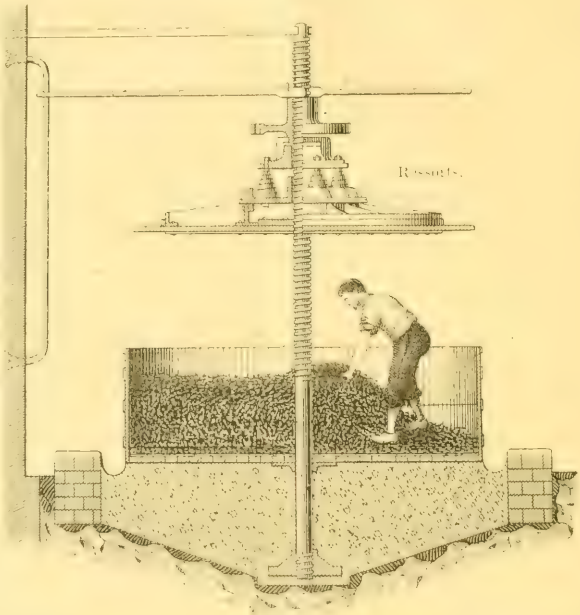


Fig. 4. — *Grand pressoir à charge montante avec ressorts accumulateurs de pression.* (Modèle de M. Crassous.)

Une pressée de dix-huit heures est très suffisante pour qu'il n'y ait pas lieu de retailler le marc dans le but de diminuer la surface et, par conséquent, d'augmenter la pression. L'asséchement est aussi bon que lorsqu'on se livre à cette dernière manœuvre et il y a une réelle économie de main-d'œuvre à ne pas le faire.

J'ajouterai, pour en finir avec cette description rapide des pressoirs d'aujourd'hui, qu'ils sont ordinairement fixes dans les caves de quelque importance. La mobilité éviterait bien le transport du marc de la cuve au pressoir, mais ce n'est pas là un gros avantage. J'ai vu, dans certains celliers, des pressoirs mobiles sur deux rails dans l'allée centrale, pouvant, par suite, se placer successivement devant toutes les cuves à décharger ; il résulte de cette disposition un état de malpropreté général très difficile, sinon impossible à éviter, et c'est là un inconvénient capital. De plus, la mobilité entraine avec elle une légèreté relative qui rend ces instruments moins solides, plus sujets à quelque accident toujours difficile à réparer en temps de vendange.

§ 4. — Pressoirs continus

Le pressurage ordinaire, tel que je viens de le décrire, donne de fort bons résultats. L'asséchement du marc est loin d'être complet, puisque, tel qu'il sort du pressoir, il contient encore environ 60 °/₀ de son poids de liquide. Est-ce bien désirable d'aller plus loin? C'est ce que je ne pense pas, mais ce que pensent les partisans des pressoirs continus : car ils inscrivent au nombre des avantages de ces instruments, un meilleur asséchement des marcs.

En somme, les pressoirs continus ont été imaginés dans le but :

1° De réduire la main-d'œuvre;

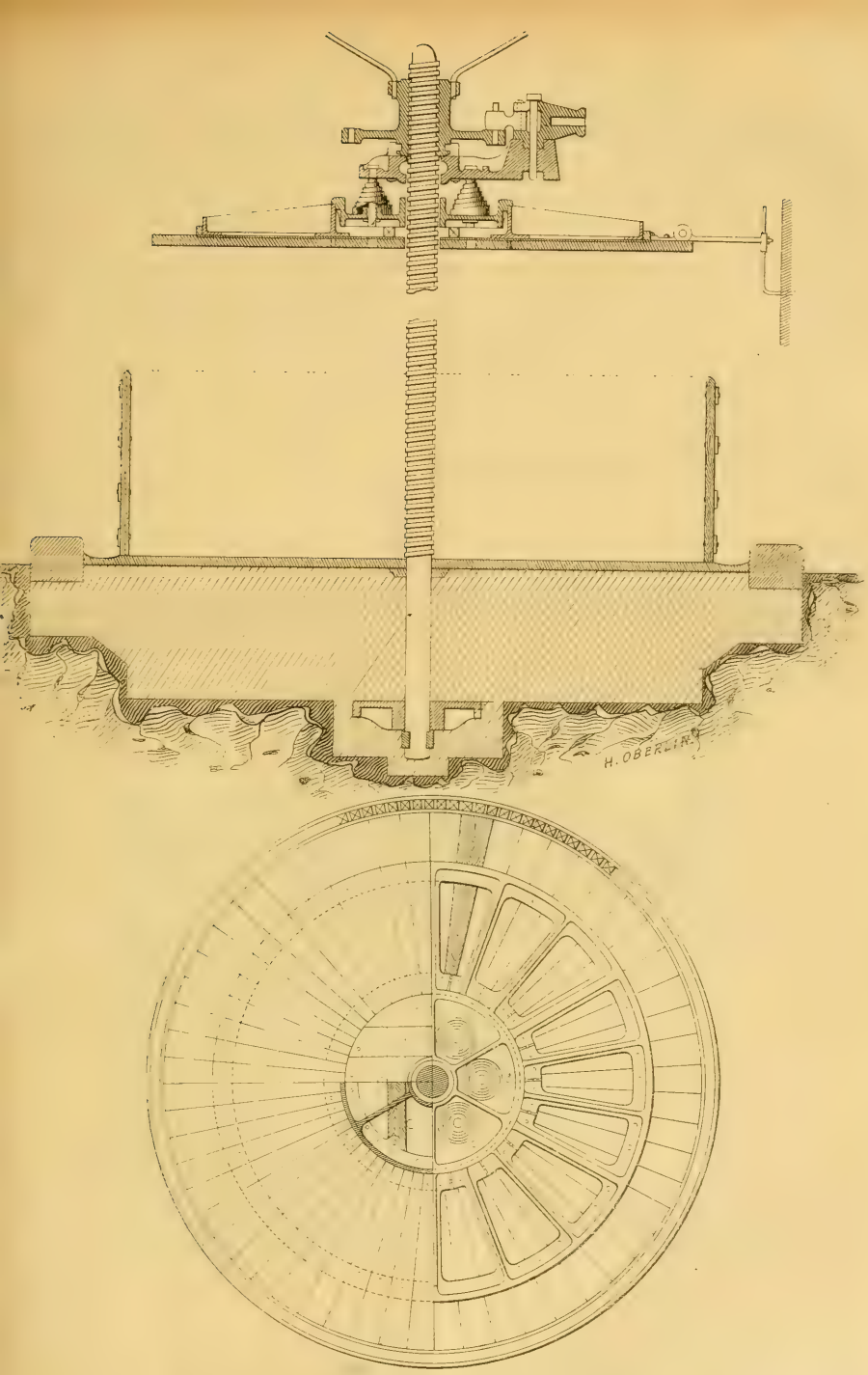
2° De réduire l'outillage par la suppression des pressoirs ordinaires, qui doivent être, pour une quantité égale de vendange à traiter, plus nombreux, plus coûteux et surtout plus encombrants que les pressoirs continus;

3° De réduire le temps de pressée;

4° D'augmenter le rendement en vin de presse.

Presque tous les pressoirs continus connus actuellement, bien que de formes extérieures très diverses, travaillent de la même manière.

Ils se composent d'un ou plusieurs jeux de cylindres faisant office de fouloirs s'ils travaillent



g. 3. — *Coupes horizontale et verticale d'un pressoir à ressorts accumulateurs de pression.* — A la partie supérieure on voit, en coupe verticale, le couvercle portant les ressorts accumulateurs, tendus entre ce couvercle et le chapeau. — La partie inférieure de la figure est la projection horizontale des ressorts sur le couvercle.

de la vendange fraîche, travaillant comme compresseurs légers s'il s'agit de vendange fermentée. En quittant le cylindre, la vendange ou plutôt les parties solides de la vendange sont prises par une vis sans fin, qui les accumule dans un conduit d'une section de plus en plus faible se terminant par une ouverture calculée assez petite pour qu'un bouchon de marc formé à l'orifice ne puisse sortir que sous une pression intérieure très énergique. La vis transporte incessamment de nouvelles quantités de marc contre ce bouchon, qui joue le rôle de paroi fixe tant que la pression derrière lui n'est pas suffisante pour le chasser. Une nouvelle quantité de marc prend alors sa place, joue le même rôle et cela dure indéfiniment tant que l'appareil est alimenté. Les conduits peuvent être soit des tubes coniques formés de lames d'acier et dont on peut faire varier la conicité par le déplacement des colliers en fer qui les entourent, soit, comme dans le pressoir du type Debouno, un tube à section rectangulaire fermé à son extrémité par un cylindre obstructeur. Ce cylindre, dont l'axe est horizontal et perpendiculaire à la direction suivie par le marc, se soulève sous la poussée de celui-ci en lui opposant une résistance qu'on peut faire varier à volonté en chargeant plus ou moins de poids additionnels un ou deux leviers reliés à son axe.

L'emploi des pressoirs continus est particulièrement séduisant dans la vinification en blanc : car il s'agit ici, comme je l'ai rappelé ci-dessus, d'obtenir en peu de temps une séparation aussi complète que possible des parties liquides et solides du fruit. Il y a malheureusement, dans le travail qu'ils fournissent, un défaut qui n'est pas négligeable. A pression égale supportée par le marc, le vin d'un pressoir continu est moins fin que celui d'un pressoir fixe.

Quel que soit le mode d'action du pressoir continu, dans le trajet que le marc opère de l'entrée à la sortie, il frotte énergiquement contre les surfaces de l'appareil. Il résulte de ces frottements une désorganisation souvent très accentuée des rafles surtout, souvent des pellicules et des pépins, et les sucs végétaux renfermés dans les cellules de ces organes passent partiellement dans le vin. Nous avons vu, en parlant des fouloirs, qu'il était important de laisser intacts ces éléments du raisin; il est bien évident que cette importance persiste dans les pressoirs; les pressoirs continus actuellement connus n'évitent pas cet inconvénient.

S'il s'agit de vinification en blanc de raisins rouges, ce défaut apparaît d'une façon évidente. Je ne connais pas de pressoirs continus capables de donner avec des raisins rouges une quantité de moût blanc égale à celle qu'on peut obtenir du foulage suivi d'un pressurage ordinaire. A proportion égale de moût obtenu, celui qui vient du pressoir continu est plus rose que l'autre. Ce phénomène est tout à fait inattendu : car, d'une façon générale, il est admis que le facteur le plus important de la non-coloration des moûts réside dans la rapidité du traitement des raisins. C'est un facteur, il est vrai, mais ce n'est pas le seul. On admet, en général, que la matière colorante du raisin n'est soluble que dans l'alcool, et que si on évite toute fermentation, il n'y aura pas de coloration. Ce n'est pas tout à fait exact. La matière colorante enfermée dans ses cellules ne traverse pas les parois tant qu'elles ne baignent que dans du moût, c'est vrai; mais si l'on vient à mettre au contact du moût incolore des cellules déchirées, pleines de matière colorante, celle-ci se dissout notablement. En somme, comme l'a montré M. Duclaux, on ne peut pas dire que la matière colorante du raisin soit insoluble dans le moût, mais seulement que ce liquide est impuissant à la dissoudre à travers une enveloppe cellulaire. Ce sont là des inconvénients dont les constructeurs triompheront dans l'avenir, j'en suis certain; les pressoirs continus deviendront alors des appareils qui s'imposeront par leurs avantages, désormais incontestables.

§ 5. — Récipients, pompes et conduites

Je ne m'attarderai pas à décrire cette partie de l'outillage des celliers. Les récipients, cuves en maçonnerie ou en bois et foudres, sont de dimensions très variables.

Les celliers de quelque importance ont généralement une canalisation (tubes de cuivre étamés intérieurement) desservant tous les foudres et fixée à demeure. Il en est de même des pompes, qui sont fixes et puisent le liquide dans un conquet où il vient se réunir par divers caniveaux ou par des conduites mobiles partant du bas des récipients. Le matériel est, d'ailleurs, presque toujours complété par quelques petites pompes mobiles mues à bras d'homme.

IV. — DESCRIPTION DE DIVERS CELLIERS

§ 1. — Cellier de la Compagnie des Salins du Midi

La Compagnie des Salins du Midi possède deux domaines viticoles d'une très grande importance. Ils sont constitués l'un et l'autre par des vignes françaises cultivées en sable et situés, l'un sur la bande de terre qui sépare la mer de l'étang de Thau entre les Onglous et Cette, l'autre aux environs d'Aigues-Mortes. C'est le cellier du premier de ces domaines que je vais décrire comme type d'installation vinicole affectée à la production du vin blanc.

On récolte à Villeroy (c'est le nom du domaine

des raisins blancs des cépages Picpoul et Terret-Bourret, avec dominance de Picpoul.

La cueillette dure environ trois semaines. Les coupeurs et coupeuses, très nombreux, emplissent des raisins cueillis les vagonnets amenés près du champ d'action. On forme ainsi des trains de raisins se composant d'une dizaine de vagonnets, qu'une seule bête amène au cellier. Les trains sont aiguillés sur une voie spéciale passant sur une bascule, puis au bord de la fosse cimentée dans laquelle se meuvent les élévateurs à godets (fig. 6 et 8).

Le vagonnet est donc en premier lieu pesé ; son poids est enregistré automatiquement, et ce n'est qu'après cette opération que le raisin est enfin versé dans la fosse des élévateurs (C, fig. 8).

Par les élévateurs (D, fig. 8) le raisin arrive à la hauteur d'un troisième étage environ et tombe à ce niveau dans la turbine aéro-foulante E qui opère le foulage. Au sortir de la turbine, la vendange est conduite au moyen de couloirs dans une quelconque des

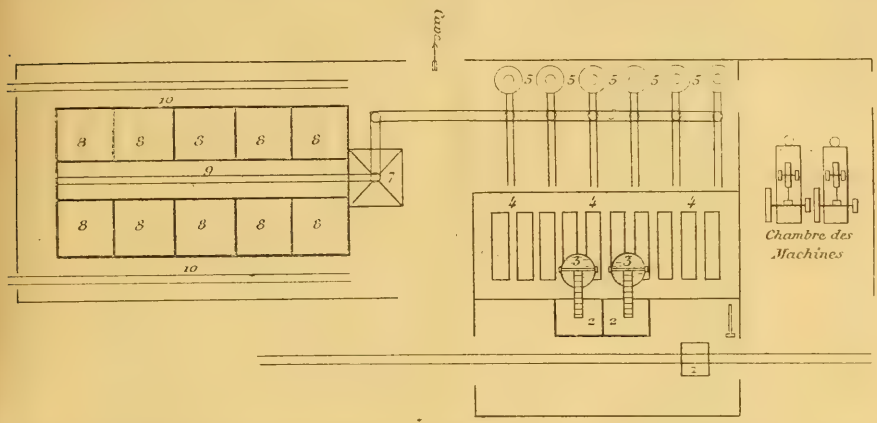


Fig. 6. — *Plan du Cellier de Villeroy (Compagnie des Salins du Midi).* — 1, Bascule ; 2, Fosses des élévateurs à godets ; 3, Fouloirs ; 4, Chambre d'égouttage ; 5, Pressoirs ; 6, Système de rails pour la charge et la décharge des pressoirs ; 7, Ascenseur ; 8, Cuves en sidéro-ciment pour traitement des marcs ; 9, Rails pour la charge des cuves ; 10, Rails pour la décharge des cuves.

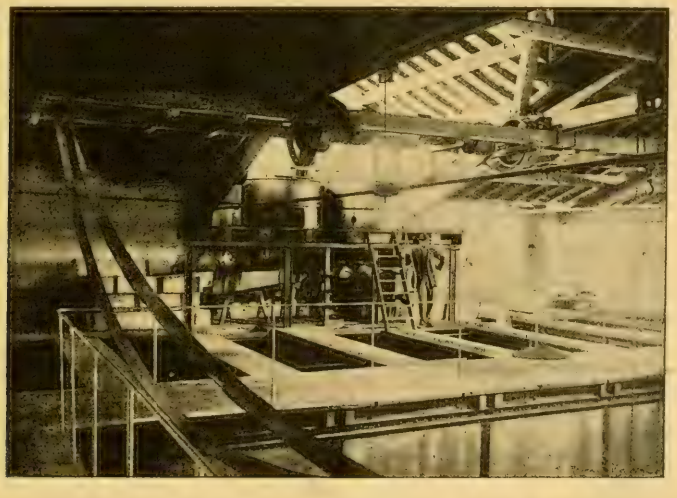


Fig. 7. — *Cellier de Villeroy. Vue des fouloirs et des ouvertures supérieures des chambres d'égouttage.*

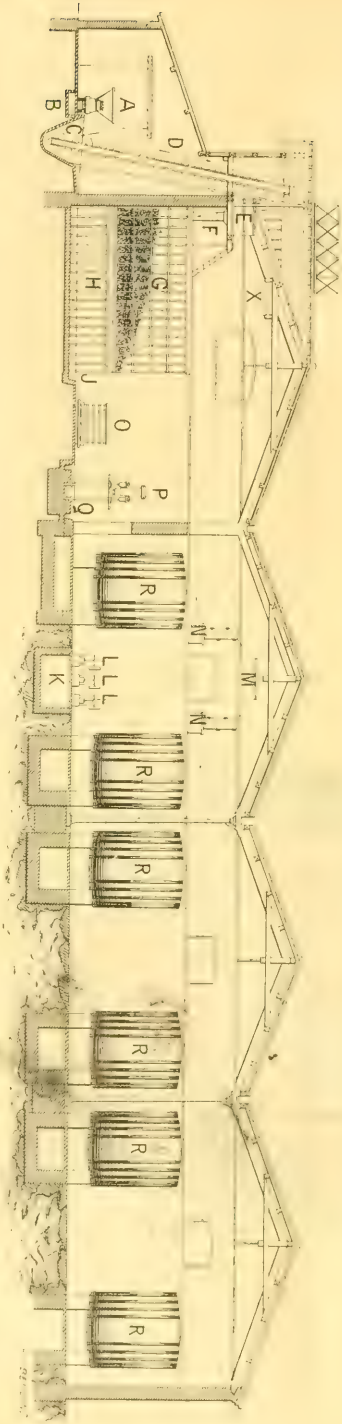


Fig. 8. — *Coupe verticale du Cellier de Villeron.* — A, wagonnet portant la vendange; B, bascule pesant les wagons; C, fosse recevant la vendange; E, turbine foulant la vendange; F, voûte cintrant la vendange; G, chambre d'égouttage; H, chambre à goutte; J, canal pour des moûts de goutte; J, caniveau conduisant les moûts de goutte au conquet des pompes; K, conquet des pompes; L, pompes élévatoires relevant le moût en M; M, [illegible] supérieur des moûts; N, mutoises; O, paniers des pressoirs sur wagon venant de charger sous les chambres d'égouttage; P, pressoirs hydrauliques; Q, conduit recevant le vin des pressoirs et le conduisant au conquet K; RRR, foudres; X, transmission principale.

chambres d'égouttage (G, fig. 8), dont on voit les ouvertures béantes sur la photographie ci-jointe (fig. 7).

Les parois de ces chambres sont faites de tôles perforées de trous assez fins pour retenir même les pépins. Les moûts se séparent en subissant un véritable filtrage à travers le marc; ils tombent sous les chambres (en H), se réunissent par divers caniveaux dans un conquet unique (K), et sont alors repris par des pompes (L) qui les montent soit aux appareils de mutage (M), soit dans les foudres (R).

Les mutoises (N) qui servent à charger le moût d'une petite quantité d'acide sulfureux pour retarder la fermentation et permettre le débourbage, sont des appareils très simples. Elles sont essentiellement constituées par des surfaces inclinées les unes sur les autres, disposées en *chicanes* dans l'intérieur d'un prisme rectangulaire en bois, chicanes sur lesquelles le moût tombe en cascade, tandis qu'un courant d'air chargé de gaz sulfureux parcourt l'appareil de bas en haut.

Au sortir des mutoises, les moûts sont mis en foudres (R) pour 18 ou 24 heures, après lesquelles un soutirage les débarrasse de leurs grosses lies. Il n'y a plus maintenant qu'à les envoyer dans les foudres (R), où ils resteront sans autre manipulation jusqu'à ce que la fermentation soit terminée.

Revenons maintenant aux marcs restés dans les chambres d'égouttage.

En face de ces chambres (5, fig. 6, et P, fig. 8), sont disposés en ligne six pressoirs. Il s'agit, dans le cas particulier, de pressoirs hydrauliques pouvant donner à volonté 3 à 6 kil. de pression par centimètre carré. Les maies de ces pressoirs, mobiles sur rails Decauville, viennent tour à tour se charger aux chambres d'égouttage par des ouvertures ménagées à cet effet, retournent à leur place, et la pression est donnée.

Les moûts de presse sont conduits à un conquet (K, fig. 8) par une canalisation spéciale (Q) et sont l'objet d'un traitement analogue à celui qu'on a fait subir aux moûts de premier jet.

Les gâteaux de marcs ne sont cependant pas complètement épuisés. Le marc retient encore environ 60 % de son poids de liquide, qu'il importe de ne pas perdre.

A cet effet, les charges des pressoirs sont remontées et les maies dirigées, au moyen de rails et de plaques tournantes, sur un ascenseur qui élève le tout au niveau des ouvertures d'une série de cuves en sidéro-ciment, construites spécialement pour le traitement de marcs pour alcool. Les gâteaux sont divisés, jetés dans l'une de ces cuves et arrosés d'eau; la fermentation s'établit bientôt dans la masse, et le produit du lavage des marcs, lavage qui s'opère méthodiquement en faisant passer les eaux d'une cuve dans l'autre, est un

liquide contenant 4 à 5 % d'alcool, en volume, qu'on en retire par distillation.

Les marcs épuisés, déchargés des cuves, sont enfin entassés pour servir ultérieurement d'engrais. Tout l'outillage que je viens de décrire est actionné par des machines locomobiles (fig. 9), qui servent en d'autres temps à divers travaux agricoles. Cette installation suffit au traitement journalier de l'énorme quantité de 600.000 kil. de raisin par jour. Elle est complétée par une cave de conserve comprenant trois grandes travées de plus de 100 mètres de longueur, le long desquelles sont disposés sur deux rangs des foudres qui, pour la grande majorité, sont d'égale contenance (environ 300 hect.) et dans lesquels peuvent être enfermés plus de 40.000 hectolitres de vin.

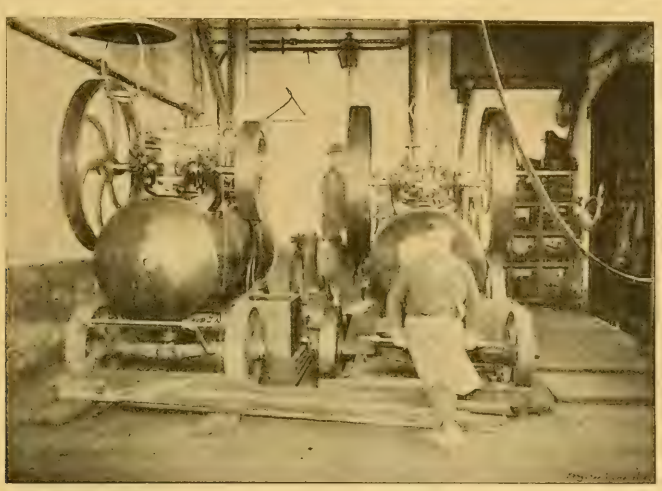


Fig. 9. — *Cellier de Villeroy. Chambre des Machines.*

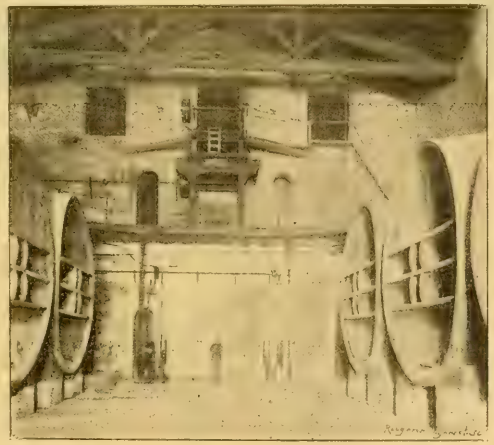


Fig. 10. — *Cellier de Poussan-le-Haut. Vue prise dans la cuverie.*

§ 2. — **Cellier du château de Poussan-le-Haut.**

Le domaine de Poussan-le-Haut, situé à quelques kilomètres au sud de Béziers, et appartenant à M. Eug. Thomas, bien connu par divers travaux en œnologie, est constitué en majeure partie par de la vigne américaine greffée, et quelques vignes françaises que le sulfure de carbone dispute encore au phylloxéra, mais qui sont destinées à être remplacées à brève échéance par des souches américaines.

On fait à Poussan-le-Haut du vin blanc et du vin rouge, avec prédominance de ce dernier.

La cuverie, dont je donne une photographie intérieure (fig. 10), est en partie creusée dans le roc d'un coteau. La façade au sommet du coteau s'élève à peine de quelques mètres au-dessus du niveau du sol, tandis qu'à l'opposé elle atteint la hauteur d'un bon deuxième étage. La cave de conserve, construite de même, lui est parallèle; elle comporte deux étages de foudres : le premier établi sur le sol même, le second sur un plancher métallique.

La vendange arrive au cellier en comportes chargées sur des charrettes, et au sommet du

coteau, sur lequel ouvrent de larges baies. En face de l'une d'elles se trouve le fouloir (fig. 11).

La cuverie rectangulaire comprend deux rangées distantes de 8 à 10 mètres de foudres, dont la contenance moyenne est 450 hectolitres.

Un plancher, supporté par des colonnes métalliques, est établi au-dessus de tous les foudres et sous le fouloir. Il porte une voie Decauville, qui suit son bord intérieur et qui, comme lui, affecte une forme elliptique.

Au-dessous du plancher et contre la paroi à laquelle est adossé le fouloir, on voit tout un système de conduites alimentées par deux pompes à vapeur, qui puisent les vins dans des conquets en maçonnerie à revêtement de verre occupant le fond de la cuverie. Dans les deux angles sont installés les pressoirs à charge montante et ressorts accumulateurs de pression. La figure 11 montre à droite l'écrou d'un de ces pressoirs, la figure 10 laisse voir le bord inférieur des maies.

Cela posé, voici maintenant comment on procède à l'entonnage de la vendange. Les charrettes arrivent au sommet du coteau au niveau du fouloir. Les comportes, prises par deux hommes, sont versées une à une dans la turbine en mouvement, qui emplit de vendange foulée des wagonnets disposés au-dessous. Dès qu'un wagonnet est plein, il est sans interruption remplacé par un autre, tandis que le premier, poussé par un seul homme jusqu'en face du foudre à remplir, va y vider son contenu. L'opération est très simple.

Le réservoir du wagonnet est monté sur deux tourillons lui permettant de basculer facilement. L'ouverture du foudre, de 30 centimètres de côté, est garnie d'un entonnoir en bois à section pyramidale, assez vaste pour assurer l'entonnage sans perte. On fait basculer le wagonnet dans cet entonnoir, puis il continue sa route jusqu'à ce qu'il revienne se placer sous la turbine après avoir effectué tout le tour de la cuverie.

Ce système est très simple; trois hommes suffisent dans la cuverie pour vider les wagonnets que la turbine remplit incessamment, et le travail est si rapide qu'en cinq minutes une charrette chargée de 14 ou 15 comportes contenant chacune environ 80 kilos de raisin, est vidée et prête à repartir pour la vigne.

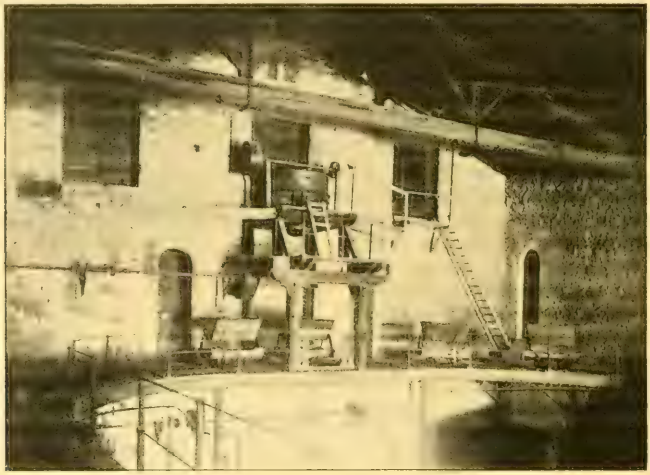


Fig. 11. — *Cellier de Poussan-le-Haut. Vue du fouloir, prise du plancher surmontant les foudres.*
Au-dessous du *fouloir*, visible vers le centre de cette photographie, se voient les wagonnets qui passent successivement au-dessous de lui. On voit au coin à droite l'écrou d'un des deux pressoirs; le second occupe une position symétrique.

Quand la fermentation est terminée, à Poussan-le-Haut, après quatre ou cinq jours on procède au décuvage. Des clapets inférieurs du foudre le vin est conduit aux conquets, d'où les pompes l'envoient dans les foudres, où il restera sans autre manipulation jusqu'au premier soutirage qui le séparera de sa lie [1].

Quand le foudre cesse de couler, la porte, assez large pour donner passage à un homme, est ouverte et on procède à la décharge du marc, qui a lieu dans des wagonnets allant sur une voie mobile du foudre au pressoir. Tout le marc d'un même foudre est porté sur un seul pressoir qui n'a même pas ainsi sa charge complète. La pression est commencée aussitôt le foudre vidé et se

[1] Ce premier soutirage a lieu, suivant le temps, 15 jours à un mois après le décuvage.

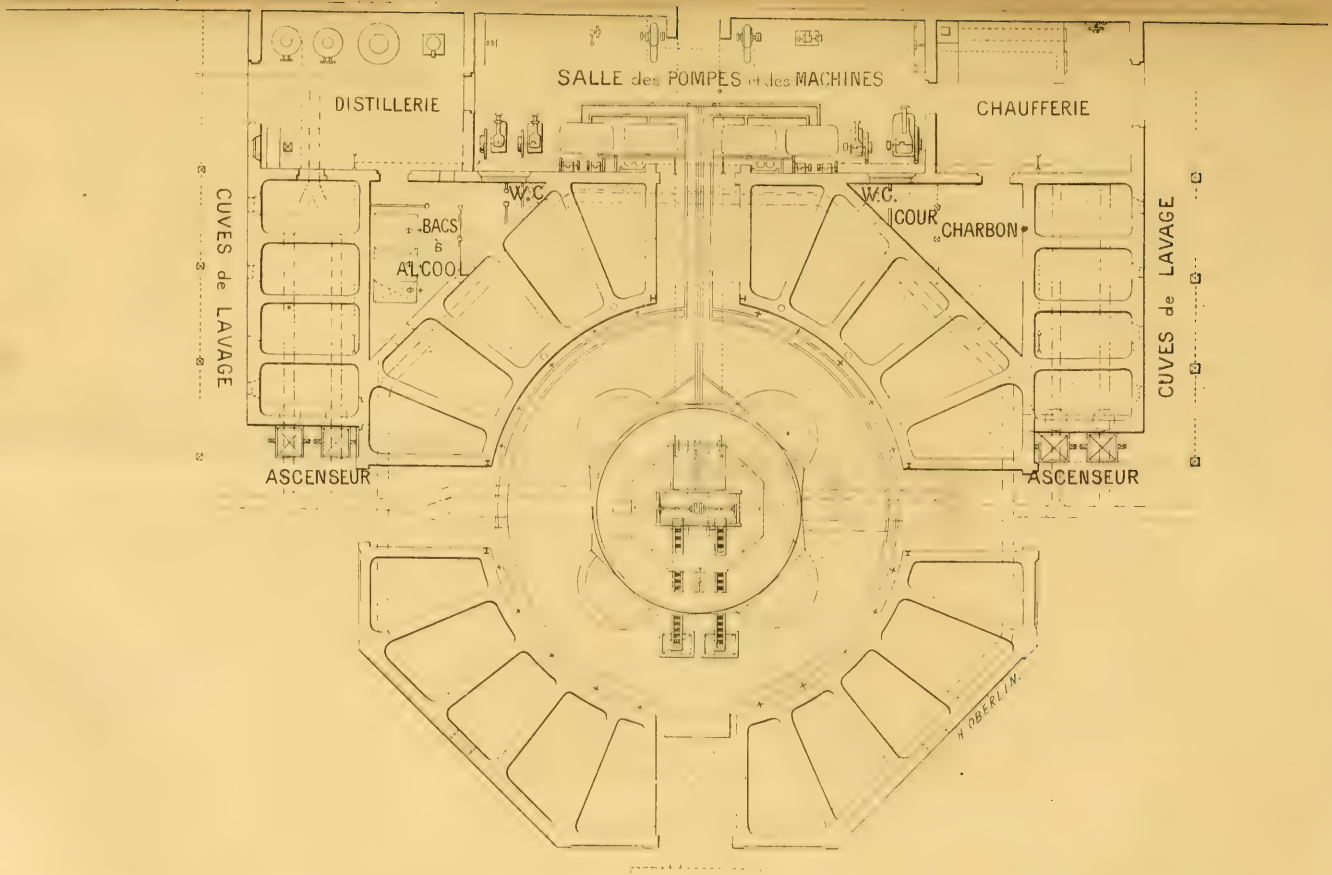


Fig. 12. — *Plan du cellier du domaine de Jonarre* (Aude). — Le pourtour du bâtiment octogonal est occupé par les cuves de fermentation. La région centrale de ce bâtiment montre, en projection horizontale, la position des quatre pressoirs, de la chambre d'égouttage et du fouloir. (Voyez fig. 13.)

continue sans interruption, tant par la manœuvre du levier de serrage que par le jeu des ressorts, pendant 18 heures. Le lendemain, le pressoir déchargé peut déjà être utilisé pour un nouveau décuvage. S'il s'agit de faire des vins blancs, l'opération à partir de la turbine est également très simple. Dans ce cas les wagonnets sont supprimés, et la vendange foulée conduite directement sur les pressoirs par un couloir spécial. Le pressoir est alors une chambre d'égouttage et fonctionne comme telle pendant toute la durée du chargement. Celui-ci terminé, on donne le serrage, qui assèche le marc, tandis que les moûts de presse suivent le même chemin que ceux de goutte, c'est-à-dire se rendent aux conquets, d'où les pompes les envoient en foudres.

Le dispositif que je viens de décrire fonctionne depuis deux ans. Il avait été établi provisoirement d'une façon un peu fruste, comme le montre bien la charpente grossière surmontée par le fouloir. Les résultats qu'il a donnés sont tels que l'installation définitive est maintenant décidée. Rien de fondamental ne sera changé ; le système recevra seulement quelques modifications de détail qui augmenteront ses avantages, tout en lui imprimant un peu plus d'élégance. Ajoutons qu'à Poussan-le-Haut les marcs sont utilisés pour alcool d'abord ; puis, les résidus de ce traitement sont ensilés pour servir d'alimentation aux moutons d'une bergerie annexée au domaine.

§ 3. — Cellier du domaine de Jouarre.

Le domaine de Jouarre, situé dans le département de l'Aude et appartenant à M. L. Roudier, est constitué par un important vignoble en plaine, dans lequel on fait du vin blanc et du vin rouge.

Ce n'est pas le cellier actuel que je vais décrire, mais bien celui qui va lui succéder. Ce sera donc, il est vrai, une description avant la lettre, mais la conception particulièrement originale de cette installation vinicole me paraît mériter cet honneur.

Le cellier, alimenté par des charrettes amenant le produit de la cueillette, est contenu dans un bâtiment octogonal de 20 mètres de rayon (fig. 12 et 13).

Tout le pourtour du bâtiment est occupé par les cuves de fermentation en maçonnerie recouverte d'un enduit de ciment silicaté à la surface, et présentant une section trapézoïdale. Les ouvertures supérieures de ces cuves forment le premier étage, tandis qu'elles sont, par la partie inférieure, en communication avec un caniveau qui centralise les vins dans un conquet où puisent des pompes à vapeur.

Au centre de l'octogone se trouve une chambre d'égouttage, octogonale aussi, entourée de 4 pressoirs de grand modèle et surmontée d'une plateforme qui constitue le second étage et sert de support à la charpente des fouloirs, lesquels forment le troisième étage. Les fouloirs, au nombre de deux, sont alimentés par deux élévateurs à godets disposés parallèlement et puisant dans des fosses cimentées qui reçoivent le raisin.

Cela posé, voyons la méthode du travail. Les comportes déchargées à l'entrée du cellier sur une sorte d'estrade, *théâtre*, sont vidées de là dans des wagonnets qui conduisent la vendange à une bascule d'abord, qui en enregistre le poids, aux fosses des élévateurs ensuite. Un système d'aiguillage permet le mouvement de va-et-vient des wagonnets en évitant les rencontres.

Les élévateurs montent le raisin des fosses aux fouloirs, où la vendange est broyée. S'il s'agit de faire du vin rouge simplement, la vendange foulée est dirigée de la turbine dans les cuves du pourtour par un système de couloirs mobiles. Si on veut faire de la vendange égrappée, on met en marche l'égrappoir, visible au-dessous des fouloirs, en le munissant d'une tôle perforée d'assez grands trous.

S'il s'agit, au contraire, de faire des vins blancs, la tôle de l'égrappoir est remplacée par une autre perforée de trous de petit diamètre, et l'appareil fonctionne alors comme extracteur de moût, le liquide étant conduit par couloirs dans les cuves de fermentation ou dans des mutoises, tandis que les marcs, par un autre couloir presque vertical, gagnent la chambre d'égouttage en attendant le moment d'être soumis au pressurage. Quatre portes de charge s'ouvrent de la chambre d'égouttage sur les pressoirs. Tout un système de conduites, au niveau du sol par caniveaux, et aériennes par tubes en cuivre, complètent cet outillage, qui comprend, en outre, dans les dépendances du cellier, une distillerie alimentée par le produit du lavage des marcs obtenu dans deux batteries de cuves *ad hoc* installées des deux côtés du bâtiment.

Le cellier de Jouarre sera établi pour vinifier en deux semaines la récolte d'un domaine dont la production atteindra 30.000 hectolitres. Les dispositions en paraissent assez ingénieuses pour qu'il soit permis de dire que ce résultat sera obtenu sans coup férir.

L. Roos.

Directeur de la Station œnologique de l'Hérault.

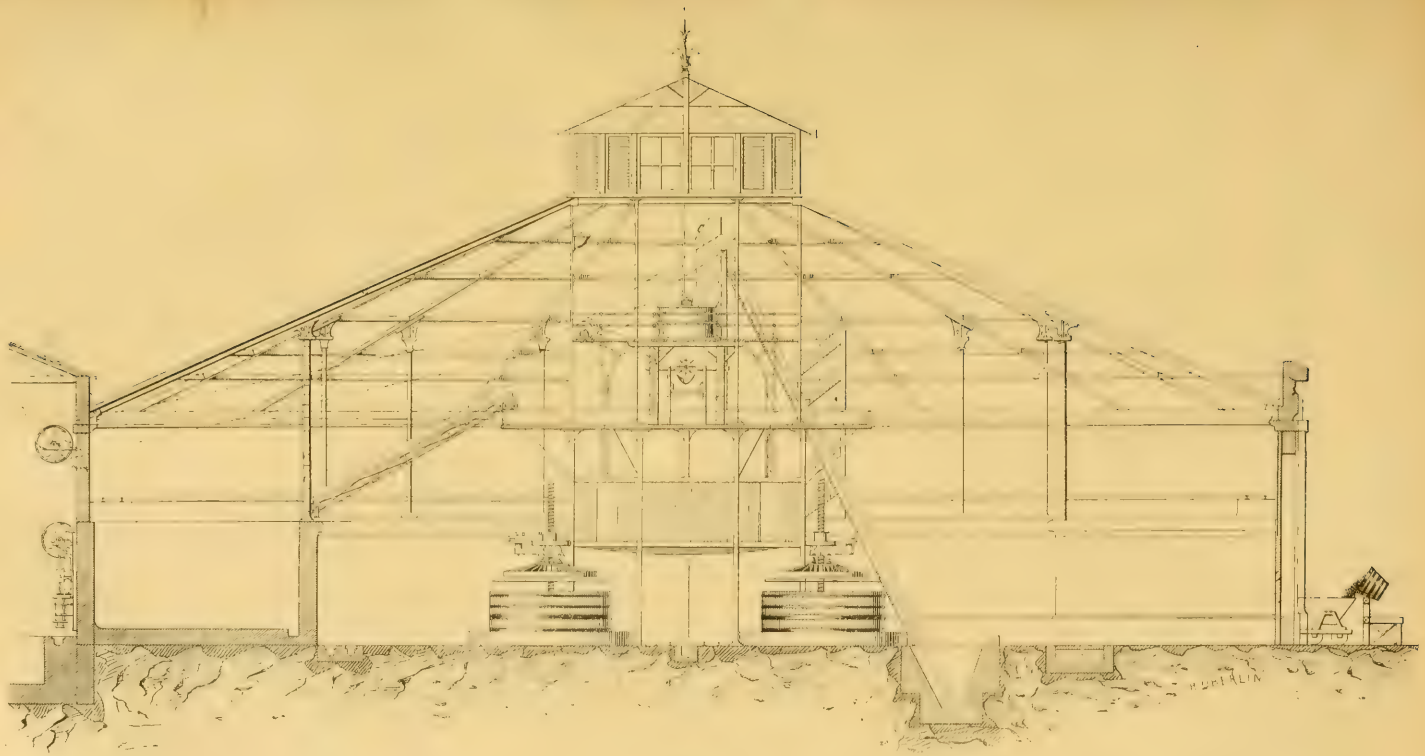


Fig. 13. — *Cellier et cave du domaine de Jouarre* (Aude).

LE CONGRÈS DES « NAVAL ARCHITECTS »

A PARIS EN JUIN 1895

L'Institution des *Naval Architects* a coutume de tenir deux sessions chaque année : la première, à Londres, un peu avant Pâques; l'autre, en été, dans l'un des principaux ports du Royaume-Uni. Par une heureuse innovation, elle avait choisi cette année Paris comme lieu de cette seconde réunion.

La cordialité de l'accueil que ses membres ont trouvé auprès de leurs collègues français de l'*Association Technique Maritime* et de l'*Association des Ingénieurs civils*, les égards et les honneurs dont ils ont été l'objet de la part des autorités et des corps constitués, de la Chambre de Commerce, du Conseil municipal, de l'Université, du Ministère de la Marine, qui ont rivalisé d'empressement pour fêter leurs hôtes, ont pu convaincre les ingénieurs anglais de la haute estime en laquelle le talent et la science sont toujours tenus chez nous.

Le Président de l'Institution, Lord Brassey, a su d'ailleurs le reconnaître avec une rare urbanité, en donnant à la visite des *Naval Architects* le caractère d'un hommage rendu à la France, et en consacrant son discours d'ouverture, prononcé dans notre langue, à la glorification de la science et de l'industrie françaises, à l'historique des progrès qu'elles ont réalisés dans les constructions navales. Il a mis en relief, avec une impartialité absolue et une parfaite bonne grâce, l'esprit d'initiative du pays qui a construit le premier navire de guerre à vapeur et le premier cuirassé, fabriqué les premières plaques de blindage en acier comme aussi les plus épaisses, employé pour la première fois l'acier doux dans la construction des coques, créé et perfectionné les chaudières aquatubulaires, que l'Amirauté anglaise, après des années d'hésitation, vient aujourd'hui acheter en France.

M. de Bussy, membre de l'Institut, inspecteur général du Génie Maritime en retraite, a répondu en anglais à Lord Brassey, au nom de l'*Association Technique Maritime*, dont il est le Président. Il a rappelé à son tour ce que l'art des constructions navales doit aux ingénieurs anglais et, en particulier, à l'Institution des *Naval Architects*, dont les travaux depuis trente-cinq ans ont été si féconds en progrès de toutes sortes. En terminant, il a exprimé le vœu que l'*Association Technique Maritime*, prenant modèle sur la grande Société britannique, pût rendre à l'Architecture navale autant de services que son aînée.

La lecture et la discussion des mémoires ont occupé trois matinées. Nous rendrons compte un peu plus loin de ces diverses communications. Mais auparavant, nous voudrions dire quelques mots de l'impression générale ressentie par les auditeurs français qui assistaient aux séances.

En Angleterre, les ingénieurs de la Marine de l'État jouissent d'une latitude inconnue aux nôtres pour publier leurs travaux. Il en résulte un contraste frappant entre les mémoires si richement documentés qui sont lus dans les Sociétés maritimes anglaises, et ces notes, d'ailleurs rares, où les ingénieurs français hasardent timidement sur un théorème de géométrie des réflexions soigneusement contrôlées par l'autorité supérieure. De même pour la discussion : d'un côté, incertaine et stérile; de l'autre, aisée et fructueuse.

C'est qu'en effet une longue pratique de la liberté de la parole a appris aux Anglais à ne pas redouter la divulgation de tels détails techniques auxquels on attache en France une si grande importance. On peut croire cependant, d'après leur exemple, que la propagation des idées nouvelles, en matière de construction navale comme en beaucoup d'autres choses, n'offre pas ce péril dont nous sommes hantés, et qu'elle présente, au contraire, certains avantages, dont nous ne savons pas profiter.

Tandis qu'ici règne cet esprit de méfiance qui fait voir la patrie en danger dans la moindre bagatelle livrée à la publicité, là-bas circule un large souffle de liberté qui dissémine partout la semence du progrès.

Rien de plus topique à cet égard que la série des mémoires où, depuis 1889, Sir William White, Directeur des Constructions Navales, a soumis à l'appréciation des *Naval Architects* les idées générales du programme des nouveaux cuirassés, leurs plans dans les grandes lignes, les résultats obtenus, les défauts constatés, les remèdes proposés. Il ne semble point que la défense nationale en ait été compromise. Quel enseignement pour nous!

Malheureusement, en France, les entraves officielles paralyseraient les meilleures volontés, lors même qu'une « *sweeping legislation* » ne viendrait pas reculer encore le jour où, en dehors du cercle privilégié des *compétences* non *galonnées*, on pourra discuter les qualités d'un bâtiment de guerre, sans tomber sous le coup d'une loi de salut public.

I. — Roulis.

De l'amplitude du roulis sur houle non synchrone, par M. E. Bertin, Directeur de l'École d'Application du Génie Maritime. — M. *Bertin* avait espéré présenter une étude des mouvements de roulis et de tangage analysés par la photographie instantanée à l'aide de l'appareil de M. Marey.

Par suite de circonstances défavorables dues à l'état de la mer, il n'a pu obtenir qu'un nombre insuffisant de clichés qu'il se contente de montrer à titre de curiosité.

Il donne ensuite lecture d'une courte note, complément de celle qu'il avait présentée l'année dernière, et où il expose une méthode graphique pour calculer les amplitudes successives du roulis, et, en particulier, l'amplitude maxima de chaque série, ou roulis d'apogée, pour un navire placé sur une houle non synchrone. Il démontre que les quilles latérales doivent avoir une influence sur l'extinction du roulis relativement bien plus forte dans les grands navires que dans les petits, expliquant ainsi les résultats de l'expérience récemment faite en Angleterre sur les grands cuirassés type « *Royal Sovereign* », résultats qui avaient causé un certain étonnement.

Sir W. White fait l'éloge de la méthode suivie par M. Bertin, qui tient compte d'un élément trop négligé jusqu'ici dans l'étude du roulis : la résistance de l'eau au mouvement. Il croit qu'il y a encore beaucoup à faire pour réduire l'amplitude du roulis, et dit que l'accord entre les conclusions de M. Bertin et les expériences de l'Amirauté anglaise permet de bien augurer de recherches ultérieures entreprises ainsi parallèlement par l'investigation mathématique et l'observation des phénomènes.

M. *Martell* se félicite de voir les heureux résultats de la liberté que laisse le Gouvernement anglais pour rendre compte des expériences entreprises par l'Amirauté. On sait depuis longtemps, dans la marine marchande, que les quilles latérales réduisent beaucoup le roulis; mais personne n'aurait pu croire que, sur des cuirassés de premier rang, munis de quilles aussi peu importantes que celles dont a été doté le type *Royal Sovereign*, la réduction d'amplitude pût être aussi considérable. Il faut féliciter Sir W. White d'avoir prouvé l'existence de ce fait, comme aussi M. Bertin de l'avoir expliqué.

II. — Doublage des Navires.

Sur le doublage en cuivre des navires en acier, par Sir William White, Directeur général des Constructions navales. — Sir *William White*, après avoir rappelé à quel ordre d'idées obéissaient les premiers promoteurs du doublage en cuivre des coques en fer ou en acier, décrit tour à tour les divers procédés qu'ils employèrent. Le but était d'empêcher que l'action galvanique ne s'établit par l'intermédiaire de l'eau de mer entre le cuivre et le bordé en fer, au détriment de celui-ci.

On avait alors recours à une double épaisseur de bois; le revêtement intérieur était fixé sur le bordé, tantôt, comme sur l'*Inconstant*, par des prisonniers fixés dans les couvre-joints et dans des bandes de tôle rivées à mi-hauteur des virures, tantôt par des boulons traversant le bordé et munis d'écrous, comme sur le *Volage* et l'*Active*; le revêtement extérieur était vissé à bouts perdus sur le premier.

Cependant, l'expérience ne confirma pas sur tous les points les craintes du début. Lorsque l'auteur fut chargé, en 1887, de faire une enquête sur les résultats obtenus depuis vingt ans, afin d'arrêter la marche à suivre pour les nouveaux projets, il constata que le double revêtement en bois n'avait jamais réussi à assurer l'étanchéité, et que néanmoins le bordé en fer ou en acier n'avait jamais souffert d'une façon sensible de la communication qu'établissait, entre lui et le doublage en cuivre, l'eau de mer infiltrée entre les différentes surfaces. En revanche les boulons d'attache du premier plan de bois, qui étaient en fer, s'étaient usés rapidement et avaient souvent dû être changés. L'absence de corrosion du bordé était due à ce que l'eau infiltrée restait prisonnière, et, ne se renouvelant pas, perdait rapidement son action corrosive.

Ces remarques amenèrent Sir W. White à proposer l'emploi d'un seul revêtement de bois tenu sur le bordé au moyen de boulons en bronze de la Marine. Il pensa qu'une épaisseur de teck de 8 à 10 centimètres permettrait un bon calfatage, et que, même si l'eau pénétrait sous le bois, elle ne serait pas plus nuisible pour le bordé qu'avec l'ancien système, qu'en tout cas elle ne rongerait plus les boulons. Ce procédé a donné les meilleurs résultats sur plus de trente navires de la Marine britannique, qui ont été doublés ainsi, entre autres les cuirassés d'escadre *Centurion*, *Barfleur* et les croiseurs à grande vitesse tels que le *Crescent*. Seize autres navires, actuellement en construction, vont également recevoir le doublage à simple revêtement de bois. Le succès est assez complet pour que l'on puisse étendre le nouveau système aux plus petits bâtiments construits jusqu'ici d'après le système composite.

Sir William est d'avis que le doublage en bois doit être considéré comme contribuant à la solidité générale de la coque, et autorise par suite une certaine réduction sur l'épaisseur des tôles du bordé. Le bois constitue, en outre, une protection très

efficace de la coque contre les chocs violents et les ragages résultant, par exemple, d'un échouement.

Après avoir passé en revue les tentatives faites pour substituer à l'acier un métal inattaquable à l'eau de mer, l'auteur termine en affirmant la nécessité du doublage en cuivre pour tous les navires de guerre destinés à tenir la mer longtemps sans passer au bassin. Au bout de cinq ou six mois une carène exige un accroissement de puissance de 20 à 25 °/₀ pour maintenir sa vitesse; au bout d'un an, 40 à 50 °/₀. L'accroissement du prix de revient des navires doublés ne saurait être mis en balance avec les avantages à retirer du seul procédé qui leur permette de conserver longtemps leur valeur militaire.

Dans la discussion qui a suivi la lecture de ce mémoire, *Sir Nathaniel Barnaby*, prédécesseur de Sir W. White, a rendu hommage à la tentative hardie de ce dernier, qui lui avait d'abord causé une certaine appréhension.

M. *Martell* dit que, dans la marine marchande, la construction composite a été abandonnée à cause de son prix excessif. Il confirme, par l'exemple du *Saint-George*, les bons résultats dus au système White, qui a été appliqué à ce vapeur.

L'amiral *Artsaouleff*, Directeur de l'Arsenal de Sébastopol, donne des indications sur les résultats obtenus en Russie par l'emploi du doublage.

L'amiral *Fitzgerald* proclame la nécessité de doubler tous les navires en cuivre, quelle que puisse être la dépense qui en résulte.

III. — Stabilité.

Sur la détermination expérimentale de la position du centre de gravité par rapport au métacentre, par M. Archibald Denny. — M. *Archibald Denny* donne la description d'un petit appareil destiné à fournir rapidement aux capitaines la hauteur du métacentre au-dessus du centre de gravité de leurs navires. Il consiste en un niveau à bulle d'air, muni d'une vis micrométrique qui permet de lire les angles d'inclinaison avec beaucoup plus de commodité et de précision que le pendule ordinairement employé dans l'expérience de stabilité. Une règle, pivotant sur une planchette qui porte les graduations nécessaires, effectue graphiquement le calcul de la hauteur cherchée, dont elle donne la valeur par une simple lecture.

En raison de la simplicité de son emploi, cet instrument peut être mis entre les mains de tous les capitaines, qui pourront vérifier en quelques instants, avant chaque départ, l'état de stabilité de leur bateau et en modifier le chargement selon les besoins.

Bien que cette note de M. Denny ne renferme rien d'absolument nouveau au point de vue technique, et n'ait donné lieu à aucune discussion, ses conséquences pratiques peuvent être, croyons-nous, d'une extrême importance, et méritaient de mieux fixer l'attention. Bon nombre de navires, et surtout de grands voiliers, se perdent, en effet, chaque année par défaut de stabilité. Parmi les raisons multiples auxquelles est dû cet état de choses, l'ignorance de la position exacte du centre de gravité est sans doute la principale. Simplifier, à l'usage des commandants, le maniement un peu délicat des calculs de stabilité, leur fournir au moins un procédé rapide et clair d'en déterminer l'élément le plus essentiel, c'est faire plus pour la sécurité de la vie humaine que de limiter, comme le fait une bizarre législation anglaise, le tirant d'eau des bâtiments. Aussi doit-on savoir gré à MM. Denny frères de l'initiative qu'ils ont prise depuis plusieurs années, en dressant, pour chacun des navires sortis de leurs chantiers de Dumbarton, un devis de tous les éléments qu'il importe au capitaine de connaître. L'instrument décrit par M. Archibald Denny et qui sera désormais remis à chaque capitaine avec des instructions détaillées, s'ajoute heureusement à l'ensemble de ces dispositions si sages arrêtées par MM. Denny frères, dispositions que tous les chantiers de construction devraient aujourd'hui se faire un devoir d'adopter.

Pour les compléter, il resterait encore à trouver un moyen également simple de calculer l'angle de chavirement d'un navire, car cet angle peut être très faible, même avec une forte stabilité initiale. Il ne serait sans doute pas bien difficile d'y parvenir si les constructeurs voulaient bien fournir, avec les plans de chaque bâtiment qui sort de leurs chantiers, ses courbes pantocarènes de stabilité. Connaissant ces courbes d'une part, d'autre part la position du centre de gravité fournie par l'instrument de M. Denny, un graphique très simple permettrait au capitaine de connaître l'angle de chavirement.

IV. — Echelle de Solidité.

Sur l'utilité de la construction de l'échelle complète de solidité des navires, par M. Daymard, Ingénieur en Chef de la Compagnie Générale Transatlantique. — M. *Daymard* appelle l'attention sur l'importance d'un élément de la coque que les constructeurs ne prennent pas toujours la peine de calculer, à savoir, son volume extérieur total. Il développe trois raisons pour lesquelles il serait utile d'établir l'échelle complète de solidité :

1° Au point de vue de la stabilité, il importe d'étudier les forces de redressement dans toutes les positions; or le volume total et son centre jouent un rôle des plus utiles dans le tracé des courbes pantocarènes qui servent à cette étude, et dont l'au-

teur a établi le principe dans son célèbre mémoire de 1884.

2° La mesure des tonnages légaux actuels conduit à des anomalies invraisemblables. L'auteur proposerait de prendre pour le tonnage légal le volume extérieur total. Du moins ce volume servirait de base pour tarifer les droits actuellement perçus sur le tonnage brut et correspondant à l'idée d'encombrement. Quant à ceux qui sont acquittés sur le tonnage net, comme répondant à l'importance des opérations commerciales, ils seraient réglés sur le tonnage ou le poids des marchandises.

3° Pour la ligne de charge, l'échelle de solidité donnerait plus simplement et plus exactement que les tables de franc-bord dressées par le *Board of Trade*, le tirant d'eau correspondant à une réserve de flottabilité donnée.

M. *Martell* a soulevé une objection sur le second point, sans apporter d'ailleurs, à l'appui de son dire, d'autre argument que les difficultés rencontrées par les Commissions qui, en Angleterre, ont tenté d'établir une base rationnelle pour le tonnage légal. Sur le troisième point également, il s'en réfère aux travaux du Comité de la Ligne de Charge. Pour qui a pu apprécier la valeur de ces travaux, l'argumentation de M. Martell paraîtra absolument insuffisante.

Après lui, M. *Archibald Denny* exprime l'avis qu'il y aurait lieu de modifier dans les règles du franc-bord bien autre chose que le calcul de la réserve de flottabilité signalé par M. Daymard ; il ajoute que, pour les grands navires, en particulier, les tables du *Board of Trade* donnent des tirants d'eau inacceptables.

V. — Classification des Navires.

Sur les vapeurs à faibles échantillons, par M. B. Martell, Ingénieur en Chef du Lloyd. — Le but de M. Martell, en présentant ce mémoire, était de répondre à un vœu formulé à la session précédente par M. Rickard. Ce dernier avait exprimé l'espoir que les sociétés de classification s'occuperaient quelque jour de la construction des navires de rivière à échantillons très légers. Estimant, par l'effet d'une susceptibilité qui a paru un peu exagérée, que la Société qu'il représente était atteinte par cette critique indirecte, M. Martell affirme que le Lloyd est prêt à classer tous les navires de ce genre, que leurs échantillons soient ou non conformes au règlement ordinaire, pourvu qu'ils aient été jugés par le Comité du Lloyd propres au service auquel ils sont destinés. Une description sommaire de quelques bateaux classés au Lloyd dans ces conditions termine ce plaidoyer *pro domo*, sans d'ailleurs infirmer ce fait que le règlement du Lloyd ne donne aucune règle spéciale de construction, ni aucun tableau d'échantillons pour les navires en question.

Le Dr *Elgar* remercie l'auteur des renseignements qu'il a fournis et des plans qu'il a mis à la disposition de l'Institution. Il pense, toutefois, que, dans les navires de construction légère, on devrait multiplier les cloisons étanches aussi bien en vue de la solidité que de la sécurité.

M. *Arch. Denny* regrette la divulgation de plans qui sont le fruit de nombreux travaux et d'une expérience chèrement conquise par plusieurs constructeurs. Il relève de grandes différences d'échantillons entre des navires analogues, semblablement classés par le Lloyd.

M. *Yarrow*, le célèbre constructeur de torpilleurs, laissant de côté toutes ces questions personnelles, donne une intéressante description du système qu'il a employé pour permettre de monter *à flot* un bateau démontable en plusieurs tranches, construit par lui pour le compte du Gouvernement français. Chaque tranche, terminée par une cloison transversale, constitue un flotteur séparé. Les cloisons sont percées d'avance des trous nécessaires pour le boulonnage. Pour empêcher l'envahissement de l'eau par ceux de ces trous qui sont situés au-dessous de la flottaison, la varangue voisine de la cloison est légèrement surélevée. L'eau ne peut donc occuper que l'intervalle d'une maille à chaque extrémité de la tranche, et, comme le tirant d'eau est naturellement très faible, on peut aisément passer la main sous l'eau pour assujettir les écrous des boulons. Grâce à ce procédé, le montage est extrêmement rapide. Pour deux bateaux construits récemment, le marché prévoyait une durée de 24 heures. Le montage fut achevé en 7 heures seulement.

VI. — Chaudières.

Sur l'accouplement de chaudières de différents types, par M. P. Sigaudy, Ingénieur en Chef des Forges et Chantiers de la Méditerranée. — Dans ce mémoire, l'auteur rend compte d'une expérience récemment faite au Hâvre sur un remorqueur, où l'on a fait fonctionner simultanément deux chaudières de types différents : l'une du type ordinaire à retour de flamme, l'autre, aquatubulaire, du système Normand. La condition imposée d'une rapide mise en pression avait conduit à l'adoption de cette dernière. La machine était placée entre les deux chaudières, disposition peu favorable, en elle-même, à un bon fonctionnement.

Aucune précaution particulière ne fut prise pour les tuyaux de vapeur et d'alimentation ; un seul tuyau établissait la communication. Les essais ont été des plus satisfaisants. Ce résultat doit encourager ceux qui ont encore des préventions contre

les chaudières aquatubulaires, et les inviter à en essayer au moins l'emploi concurremment avec les chaudières d'ancien type.

M. *Thornycroft* félicite l'auteur de sa communication. L'avenir est aux chaudières aquatubulaires; mais il faut qu'on s'y accoutume, et la combinaison des deux types constituera la meilleure des transitions.

M. Yarrow parle dans le même sens, et ajoute qu'une disposition analogue à celle décrite par M. Sigaudy vient d'être adoptée sur certains croiseurs hollandais. La puissance de 2.000 chevaux, dont ils ont besoin en service courant, est fournie par des chaudières ordinaires; mais ils doivent développer 9.000 chevaux dans la marche à outrance, et l'on a eu recours à huit chaudières à tubes d'eau, de 1.000 chevaux chacune, pour faire face à la différence. — *Sir W. White* dit que la combinaison des deux types de chaudières a fait l'objet d'études approfondies de la part de l'Amirauté, à propos du *Powerful* et du *Terrible*. On s'est finalement arrêté à l'emploi exclusif de chaudières Belleville, jugées préférables pour ces deux grands croiseurs. Mais le principe de la combinaison paraît très rationnel sur bien des navires de guerre. Sir W. White lui-même a recommandé naguère l'emploi simultané de chaudières à retour de flamme et de chaudières type locomotive, sur certains navires de la marine britannique.

Sur les chaudières aquatubulaires, par M. J. A. Normand. — De même que la plupart des communications du célèbre constructeur, ce mémoire se distingue par une abondance d'idées et une concision de style qui en rendent l'analyse difficile. Nous nous bornerons à indiquer quelques-uns des points les plus saillants.

L'intensité de la chauffe dans les chaudières aquatubulaires est limitée par la formation de poches de vapeur et par les efforts provenant de la dilatation des tubes. L'auteur recommande quatre précautions fondamentales contre la formation des poches de vapeur :

1° La direction des tubes, surtout dans leur partie inférieure, doit se rapprocher autant que possible de la verticale.

2° La circulation doit être très active.

3° Le rapport de la longueur des tubes à leur diamètre ne doit pas être trop grand.

4° La section des tubes de retour de l'eau doit être très grande.

A l'appui de chacune de ces recommandations, M. Normand apporte un ensemble de considérations théoriques et de résultats d'expérience. La répartition des pressions dans un milieu hétérogène aussi complexe que l'eau et la vapeur dans une chaudière multitubulaire constitue un problème que les physiciens n'ont pas encore élucidé; aussi les idées de M. Normand sur ce sujet offrent-elles un grand intérêt.

Quant aux efforts dus à la dilatation des tubes, on peut les atténuer soit au moyen de dispositifs spéciaux, comme sur les chaudières Belleville et Collet-Niclausse, soit en donnant aux tubes eux-mêmes une longueur et une courbure suffisantes.

Une circulation active facilite la transmission de la chaleur, grâce au renouvellement des points de contact de la surface de chauffe avec l'eau, mauvaise conductrice de la chaleur. De là l'utilité des réchauffeurs de l'eau d'alimentation.

En ce qui concerne la combustion, M. Normand est d'avis qu'il faut éviter tout refroidissement progressif des gaz et ne pas redouter la dissociation de l'acide carbonique et de la vapeur, pourvu que l'on assure assez largement l'arrivée de l'air pour permettre la recombinaison des éléments dissociés. Il préconise donc l'emploi de boîtes à feu spacieuses, où les gaz chauds se mélangent bien et séjournent aussi longtemps que possible avant d'entrer dans le faisceau des tubes.

Enfin, la section de passage des gaz doit être réduite, et leur parcours augmenté dans la mesure compatible avec le tirage dont on dispose. L'auteur montre ensuite comment il a appliqué ces principes sur la chaudière qui porte son nom, et qui, adoptée sur les plus récents torpilleurs, a donné sur le 185 les remarquables résultats suivants :

Pression	$14^{k}0$
Surface de grille	$3^{m2}6$
Surface de chauffe	$171^{m2}0$
Puissance par m² de grille	462^{ch}
Consommation par m² de grille	326^{k}

A la vitesse de 14 nœuds, la consommation par cheval-heure n'a pas dépassé 450 grammes.

M. Normand reconnaît, en terminant, que de bons résultats ont été obtenus sur des types de chaudières basés sur des principes entièrement différents : tubes presque horizontaux, boîtes à feu réduites, grande section de passage et faible parcours des gaz. Mais il pense que l'application des principes généraux posés plus haut pourrait seule permettre de répondre aux exigences croissantes de jour en jour. Et, en fait, il ne voit aucune difficulté à pousser beaucoup plus loin l'intensité de la combustion dans les chaudières de son système, à tel point que ce ne sont plus les tubes, mais les barreaux de grille et les briques qui, pour lui, limitent aujourd'hui cette intensité.

La lecture de ce mémoire aurait sans doute provoqué une discussion des plus intéressantes, si le temps n'avait malheureusement fait défaut. M. *Thornycroft* a pu seul prendre la parole. Tout

en rendant hommage au succès incomparable des chaudières Normand, il a formulé quelques réserves, d'ailleurs plutôt humoristiques, sur la théorie de la circulation développée par l'auteur. Il est, en effet, malaisé de comprendre en quoi cette théorie peut être infirmée par l'assertion, au moins paradoxale, de M. Thornycroft, que la gravité est la seule force en jeu dans le phénomène de la circulation de l'eau. M. Thornycroft persiste, en outre, à penser que les tubes doivent déboucher au-dessus du niveau de l'eau dans le réservoir supérieur, et non pas au-dessous, comme le veut M. Normand.

Sur la chaudière aquatubulaire Niclausse, par M. Mark Robinson. — Après avoir donné une description détaillée de cette chaudière, l'auteur rend compte des expériences instituées par lui-même, aux ateliers Willans et Robinson, sur une chaudière de ce type et de fabrication française, dans le but de vérifier :

1° L'étanchéité des joints coniques dans toutes les conditions de température et de pression ;

2° L'absence de dépôts nuisibles dans les tubes ;

3° Le pouvoir évaporatoire, dont le rendement était douteux, vu que les gaz ne passant qu'une seule fois entre les tubes doivent s'échapper encore très chauds ;

4° La sécheresse de la vapeur.

Des essais prolongés et répétés ont donné sur tous ces points les résultats les plus satisfaisants.

VII. — Prix de revient des Navires.

Le prix de revient des navires de guerre, par le Professeur Francis Elgar, ancien Directeur des Arsenaux de S. M. Britannique. — Des modifications introduites, il y a quelques années, dans le système de comptabilité des Arsenaux anglais ont permis tout récemment d'établir pour la première fois une comparaison des prix de revient des différents types de navires de guerre, construits soit à l'État, soit à l'industrie. Le Dr Elgar indique les principes de cette comptabilité nouvelle créée par l'Amirauté, après enquête faite dans la plupart des grands chantiers privés, et mise en usage à partir de 1887. Il donne ensuite les chiffres qui se rapportent aux navires construits d'après le *Naval Defence Act* de 1889. Il en ressort que les cuirassés de premier rang construits par les arsenaux coûtent beaucoup moins cher que ceux construits par les chantiers privés. Cependant la différence en faveur des arsenaux semble devoir diminuer, à en juger par les évaluations comparées des nouvelles constructions en cours d'exécution, le *Magnificent* et le *Majestic*, d'une part, le *Jupiter* et le *Mars*, de l'autre.

Pour toutes les autres classes de navires, c'est, au contraire, l'industrie qui produit à meilleur marché. Cela tient sans nul doute à ce que les conditions d'existence et de fonctionnement d'un arsenal de l'État et d'un chantier privé sont entièrement différentes. Celui-ci a été créé spécialement en vue du travail de construction et de réparation. Toutes les charges y sont proportionnées à ce travail. Au contraire, un arsenal est un énorme établissement qui doit répondre à une foule d'exigences accessoires, entre autres et surtout à la possibilité de faire face subitement, en temps de guerre, à n'importe quels travaux de réparation, d'armement, d'approvisionnement pour un nombre considérable de navires de guerre. Ces conditions entraînent des frais généraux, dont une portion, qu'il est d'ailleurs très difficile de déterminer, incombe aux constructions neuves.

Le Capitaine *Jaques*, de la marine des États-Unis, fait remarquer que le prix du cuirassement, qui va en augmentant en Angleterre, décroît en Amérique. — *Sir Nathaniel Barnaby* fait observer que certaines modifications apportées après coup à tel ou tel élément d'un navire peuvent occasionner des frais considérables dont on devrait tenir un compte spécial, sous peine de fausser les véritables prix. Il cite comme exemple le changement des canons se chargeant par la bouche en canons se chargeant par la culasse, changement qui a été fait beaucoup trop tard dans la marine anglaise et a entraîné des remaniements de coques, et, par suite, des frais énormes. — M. *Seaton* rappelle les services rendus par le Dr Elgar, à qui sont dues les utiles réformes dont son mémoire a pu faire apprécier les résultats. Il fait remarquer que la lutte entre les arsenaux et les chantiers est beaucoup plus dure pour les derniers qu'on ne le croit d'ordinaire.

M. *Bienaymé*, Inspecteur général du Génie Maritime, dit que les différences signalées par le Dr Elgar n'existent pas en France au même degré. Il en avait été frappé, en parcourant les évaluations budgétaires anglaises pour 1893-94, mais n'avait pu en découvrir la raison. Le mémoire de M. Elgar la fait ressortir. C'est qu'en France l'organisation des chantiers privés se rapproche beaucoup plus de celle des arsenaux qu'en Angleterre. Il reconnaît, du reste, que les conditions du travail sont beaucoup moins favorables en France, aussi bien à l'État qu'à l'industrie.

M. *Martell* s'élève contre les insinuations de la presse tendant à faire croire que la réduction des frais à laquelle sont parvenus les arsenaux, serait due à un abaissement de la qualité de la main-d'œuvre. Il a constaté par lui-même à Chatham que l'exécution du travail ne laissait absolument rien à désirer.

Léon Vivet,
Ingénieur civil des Constructions navales.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LA MESURE DES PETITS ALLONGEMENTS DANS LES ESSAIS DE RÉSISTANCE DES MÉTAUX

Il est utile, lorsque l'on fait des essais de traction sur un métal, de ne pas se borner à mesurer, par exemple, sous quelle charge par millimètre carré il se rompt. La mesure de son coefficient d'élasticité, de la charge correspondant à la limite d'élasticité et des allongements produits lorsque cette charge est dépassée, offre aussi un grand intérêt. On emploie dans ce but des instruments qui donnent l'allongement correspondant à une charge quelconque. Si, au moyen des nombres ainsi lus, on trace une courbe en prenant pour abscisses les charges, et pour ordonnées les allongements, on obtient une figure semblable à la figure 1. Supposons d'abord que l'on ait appliqué des charges $p_1\ p_2\ p_3\ p_1\ p_2$ croissant sans interruption, on trouve une courbe $\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3\ \alpha_1\ \alpha_2$ qui, se confondant d'abord avec une droite, s'élève ensuite au-dessus de cette droite prolongée. Si, au contraire, on applique les charges en revenant à zéro après chacune d'elles, on a une courbe brisée correspondant au tableau suivant (tableau I) :

Tableau I

Charges appliquées.	p_1	0	p_1	p_2	0	p_2	p_3	0	p_3	p_1	0	p_1	p	0	p_2
Allongements produits.	α_1	0	α_1	α_2	0	α_2	α_3	β_1	γ_1	γ_1	β_1	δ_1	γ_1	β_1	δ_1

Le coefficient d'élasticité, ordinairement désigné par la lettre E, se déduit des mesures faites pour des charges inférieures ou, au plus, égales à p_2, par exemple pour p_1. Il a pour valeur :

$$E = \frac{l_0}{\alpha_1} \cdot \frac{p_1}{S}$$ [1]

On voit que cette valeur reste constante tant que le rapport $\frac{p_1}{\alpha_1}$ reste lui-même constant, c'est-à-dire tant que l'on ne dépasse pas la charge p_2, qui est celle qui correspond à la limite d'élasticité. En deçà de cette valeur, et lorsque la charge appliquée disparaît, les allongements produits s'annulent rigoureusement, ainsi que le montre notre tableau ; au delà, la barre conserve toujours un allongement *permanent* qui croît de plus en plus avec la charge. Les ouvrages anglais désignent le coefficient d'élasticité sous le nom de *module de Young*, et l'expriment par la même formule que la nôtre. Mais ces deux formules identiques se traduisent par des nombres différents, parce que nous comptons les charges en kilogrammes par millimètre carré et que nos voisins les comptent en tonnes par pouce carré.

Les instruments appelés *extensomètres* ou encore *élasticimètres*, destinés à la mesure des allongements dans les essais de métaux, doivent satisfaire à plusieurs conditions importantes. D'abord, ils doivent être très sensibles, parce que les quantités à évaluer sont excessivement faibles. Ensuite, il est nécessaire que leurs mesures soient faites sur la fibre centrale de la barre étudiée ou puissent s'y rapporter, et non point sur une fibre quelconque de la surface extérieure. En effet, les efforts appliqués sur une pièce de métal ou d'autre matière ne sont jamais tellement symétriques que les déformations soient les mêmes pour toutes les fibres ; elles sont, au contraire, assez différentes et, pour faire un raisonnement juste, on est obligé de considérer leur moyenne. Dans ce but, un certain nombre d'instruments permettent de faire des mesures pour deux fibres diamétralement opposées, tandis que d'autres sont disposés de telle façon que la lecture, faite une seule fois, indique immédiatement la moyenne des deux mesures précédentes. Celui qui a été présenté dernièrement à la *Royal Society* par le Pr J.-A. Ewing rentre dans cette dernière classe. Il offre quelques détails nouveaux et intéressants et semble capable, en même temps, d'une grande sensibilité et d'une grande exactitude. En voici le principe :

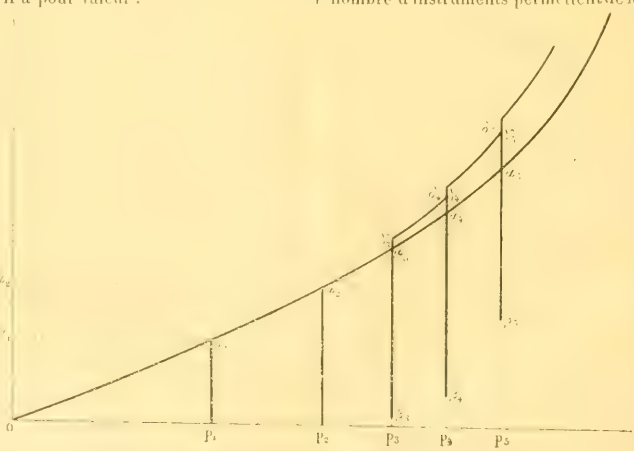


Fig. 1. — *Courbe des allongements d'une barre métallique en fonction des charges.* — $p_1 p_2 p_3 p_1 p_2$. Charges. — $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_1 \alpha_2 \gamma$; $\beta_1 \delta_1 \beta_2 \beta_1 \beta_3$. Allongements produits sous différentes charges et en diverses circonstances

Deux pièces B et C (fig. 2) sont fixées sur la barre A, soumise aux essais, chacune par une paire de vis de pression (sur notre figure, on ne voit que deux vis de

[1] l_0 longueur initiale de la barre ; S section de cette barre.

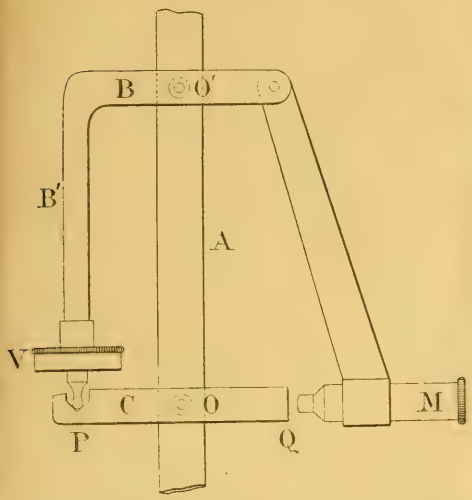


Fig. 2. — *Principe de l'appareil du Prof. Ewing.* — A, Barre soumise aux essais. — O, O', vis de pression. — B, pièce portant la vis O', un microscope M, un bras B', une vis micrométrique V et un arrondi P; — C, pièce portant la vis O, un logement pour l'arrondi P et un petit fil tendu sur la face plane A vis-à-vis du microscope M.

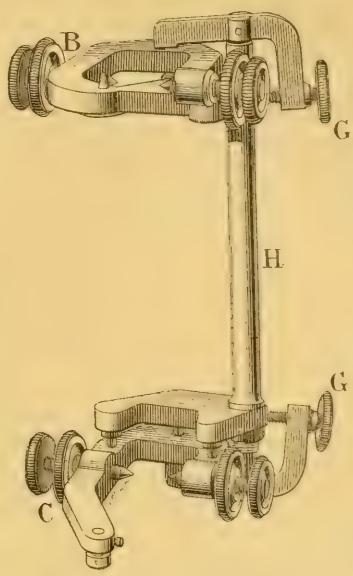


Fig. 4. — *Appareil servant à mettre en place l'élasticimètre.* — H, bras formant le corps de l'appareil; G,G, vis de pression; les pièces B et C sont celles qui étaient marquées des mêmes lettres dans la figure précédente.

pression O et O'; les deux autres sont placées derrière la barre A). A la pièce B est attaché un bras B', qui porte à son extrémité inférieure un arrondi P, qu'on peut abaisser ou élever à volonté, et d'une quantité évaluée rigoureusement au moyen d'une vis V à tête graduée. L'arrondi P s'engage dans une fente ou un trou correspondant (nous verrons tout à l'heure quelle est celle de ces deux solutions qui est la meilleure) creusé dans la pièce C. Celle-ci se termine de l'autre côté par une face plane Q, présentant une petite cavité, en travers de laquelle est tendu horizontalement un petit fil très fin. Lorsque la barre A s'allonge, la pièce C pivote autour du point P, et le fil tendu en Q se déplace d'une quantité qui est à l'allongement de A comme la longueur PQ est à longueur PO. Un microscope M, porté par la pièce B, permet de mesurer très exactement la valeur du déplacement. Il arrive souvent que, outre l'effort de traction ou de compression, la barre A subit un léger effort de torsion sur elle-même. La pièce B tend alors à se déplacer dans un plan perpendiculaire au plan de la figure, entraînant avec elle B' et l'arrondi P. Celui-ci doit, par suite, avoir pour logement non un simple trou, mais une fente transversale creusée dans la pièce C. Mais cette solution a un grave inconvénient : le moindre défaut de parallélisme entre cette fente et les axes des paires de vis O et O' amène des frottements et des efforts parasites qui gênent le fonctionnement de l'appareil. Aussi le Pr Ewing a-t-il préféré adopter un trou pour logement de P et mettre à la rencontre de B et B' une articulation permettant à ces deux pièces de prendre un petit mouvement de rotation l'une autour de l'autre.

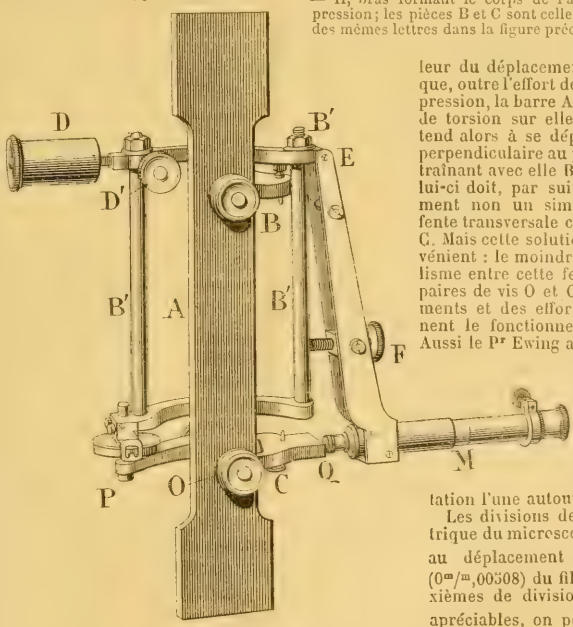


Fig. 3. — *Détails de l'élasticimètre.* — A, Barre à essayer; B, C, pièces portant les vis de pression telles que O; Q, face plane portant le fil visé par le microscope; B',B', montants verticaux; P, extrémité arrondie; D, D', contre-poids; E, axe autour duquel tourne le bras portant le microscope; F, vis servant à la mise au point du microscope.

Les divisions de l'échelle micrométrique du microscope M correspondent au déplacement de $\frac{1}{5000}$ de pouce ($0^m/^m,00508$) du fil placé en Q. Les dixièmes de division étant facilement appréciables, on peut donc lire le $\frac{1}{50000}$ de pouce ou $\frac{1}{2000}$ de millimètre. La vis V sert, au début de l'expérience, à mettre l'image du fil dans une position convenable du champ, ou encore à l'y ramener lorsqu'elle en est sortie au

cours des essais. La graduation de la tête de la vis permet d'évaluer le déplacement imprimé à la pièce C.

La figure 3 représente l'instrument complet appliqué sur une éprouvette A. La pièce B' de la figure 3 est ici représentée par deux montants verticaux B' B', situés de part et d'autre de la barre à éprouver. Le bras horizontal supérieur reliant les deux montants porte un logement destiné à recevoir un axe faisant corps avec la pièce B et donnant à ces deux parties de l'appareil le jeu dont nous avons parlé, rendu nécessaire par les légers mouvements de torsion de A. Une vis F sert à mettre au point le microscope au moyen de la rotation du bras qui le supporte autour de l'axe E. Un contre-

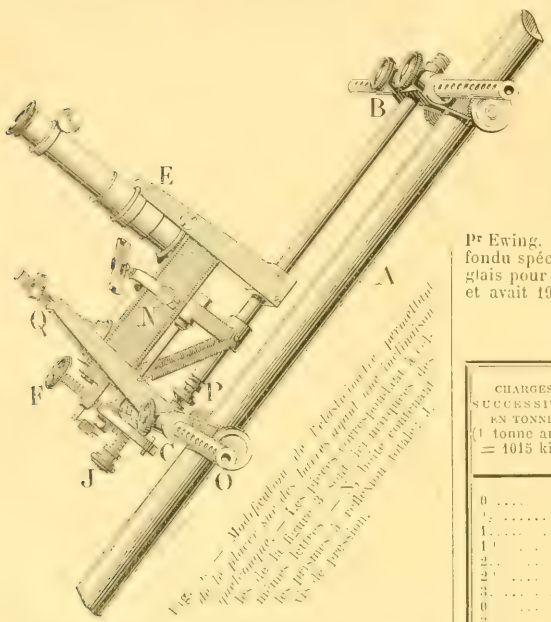


Fig. 3. — Modification de l'élastiquetre permettant de le placer sur des barres ayant une inclinaison quelconque. — Les pièces correspondant à celles de la figure 3 sont ici marquées des mêmes lettres. — N, boîte contenant les prismes à réflexion totale; J, vis de pression.

poids D permet d'obtenir l'équilibre de l'appareil, la barre A étant dans une position verticale; au moyen d'un second contrepoids D', on finit l'opération, qui n'a été que grossièrement achevée avec D. L'équilibre est bon si, lorsqu'on abaisse légèrement à la main la partie gauche de la pièce C, l'arrondi P n'a plus aucune tendance à se mouvoir. Dans ces conditions la pièce C reste appliquée contre P par l'effet d'un léger excès de poids donné à sa partie droite. Les pointes des vis portées par les pièces B et C se trouvent à une distance verticale de 203 millim. 2 (8 pouces). Afin de les ajuster rapidement, elles se séparent du reste de l'appareil et s'engagent dans des mâchoires portées par un bras H (fig. 4), qui leur donne en même temps la distance et le parallélisme nécessaires. On les fixe alors à B en serrant deux vis GG. Le tout est porté sur la barre en expérience, contre laquelle on appuie les vis des pièces B et C; on desserre GG et on enlève le bras H.

Le pas de la vis V (fig. 2) est de $\frac{508}{1000}$ de millimètre ($\frac{1}{50}$ de pouce). L'échelle du micromètre porte 140 divisions, ce qui permet d'évaluer des allongements correspondant à 1400 unités. Les essais préliminaires de calibrage ont montré qu'il ne fallait pas employer les dix dernières divisions à chaque extrémité de l'échelle, pour qu'il y ait une proportionnalité rigoureusement exacte entre les déplacements de l'image et ceux de l'objet.

Enfin, nous signalerons une disposition particulière de l'appareil, représentée dans la figure 5. Elle permet de le fixer sur des barres placées dans n'importe quelle position, inclinée, par exemple, comme celle de la figure. Le principe reste le même, mais toutes les parties de l'appareil sont d'un même côté de la barre. L'image du fil tendu en Q est ramenée dans le microscope par une série de prismes à réflexion totale contenus dans une boîte N. Une vis J sert, pour les transports, à fixer l'arrondi P dans son logement. On le rend libre au moment des expériences, et l'appareil fonctionne comme précédemment. Les lettres communes aux figures 3 et 5 représentent les parties correspondantes des deux instruments.

Nous donnons ci-dessous les résultats d'un des nombreux essais cités par le Pr Ewing. La barre expérimentée était faite d'un acier fondu spécial, employé par certains constructeurs anglais pour les armatures de dynamos. Elle était ronde et avait 19 millim. 126 de diamètre.

Tableau II

CHARGES SUCCESSIVES EN TONNES (1 tonne angl. = 1015 kil.)	LECTURES SUR L'ÉCHELLE MICROMÉTRIQUE	DIFFÉRENCES PAR 1/2 TONNE	ALLONGEMENTS PERMANENTS
0	200	—	
1/2	237	37	—
1	273	36	
1 1/2	310	37	—
2	347	37	—
2 1/2	384	37	—
3	423	39	
0	204	—	4
3	424	—	
3 1/2	468 à 470	44 à 46	—
4	528 à 540	58 à 70	—
0	249	—	49
4	545 à 550	—	—
4 1/2	670	—	
	715 après une demi-minute 758 après 2' 785 après 9'		
0	447	—	247
4 1/2	798	—	
5	> 1200 (hors de l'échelle)		

Ces différents nombres donneraient une courbe de la forme de celle qui est reproduite dans la figure 1. Ils montrent que la limite d'élasticité est atteinte sous une charge d'environ 2 tonnes 1/2.

A. Gay,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Bardey (Dr Ernest). — **Zur Formation quadratischer Gleichungen.** *Zweite Auflage.* — 1 *vol. in-8° de 400 p.* (*Prix* 3 *fr.* 75.) *B. G. Teubner. Leipzig*, 1895.

Cet ouvrage contient des méthodes très fécondes non seulement pour la formation des équations du second degré, mais encore pour leur transformation. Il renferme en particulier un exposé très complet des équations que l'on peut faire dériver des équations homogènes et symétriques du 4e degré.

Comment ces équations prennent-elles naissance? Quelles sont les relations qui existent entre elles? Y a-t-il plusieurs méthodes de formation? Une forme générale étant donnée, comment la spécialiser pour que les racines aient une forme donnée? Telles sont les principales questions traitées par l'auteur des *Algebraische Gleichungen* (équations algébriques). H. Fehr.

Richard (Gustave, *Ingénieur civil des Mines.* — **Les Moteurs à Gaz et à Pétrole, en 1893 et 1894.** — *1 volume in-8° de 318 pages, avec 486 figures* (*Prix* 10 *fr.*). — *Vve Ch. Dunod et P. Vicq, éditeurs, Paris*, 1895.

Les ouvrages de M. Gustave Richard occupent une place considérable et distinguée dans la littérature scientifique des moteurs à gaz : voici le quatrième volume qu'il fait paraître depuis 1884 et le nombre des moteurs qu'il a décrits dépasse trois cents. Il en est sans doute plus d'un parmi ceux-ci qui n'a guère été et ne sera jamais connu que par la description que M. Richard a daigné en faire; mais cette nomenclature si riche et si complète constitue une source précieuse de documents, qui est consultée par tous ceux qui rêvent de devenir à leur tour inventeurs de moteurs à gaz. Je ne crois pas qu'un seul moteur patenté en Angleterre ait échappé à l'attention de l'auteur; il n'est aucun autre ouvrage auquel on puisse rendre ce témoignage; les données principales des spécifications sont reproduites avec soin, et, si elles ne sont pas toujours parfaitement intelligibles, le lecteur a, du moins, toute facilité pour obtenir des renseignements plus détaillés, attendu que tous les brevets portent leur numéro officiel d'inscription.

Le volume que nous nous proposons d'analyser est le troisième supplément au premier ouvrage, paru en 1884, sous le titre de « *les Moteurs à gaz* »; M. Richard publie ainsi tous les trois ou quatre ans un appendice à son livre, dans le but de tenir ses lecteurs au courant des progrès de l'industrie des moteurs à gaz et à pétrole. Le présent ouvrage se compose de quatre chapitres :

Chapitre I : Description de quelques moteurs nouveaux (pages 9 à 30).

Chapitre II : Détails de construction (30 à 99).

Chapitre III : Les moteurs à pétrole (99 à 187).

Chapitre IV : Applications des moteurs à gaz et à pétrole (187 à 275).

Le second et le troisième chapitre sont les plus intéressants : les mécaniciens de profession puiseront notamment d'utiles indications dans les descriptions des appareils de distribution, d'allumage, de régularisation, de mise en train, etc. Dans le chapitre consacré aux moteurs à pétrole, nous avons relu avec plaisir le compte rendu des concours de Meaux et de Cambridge. Les multiples applications relatées dans le dernier chapitre témoignent des services que rendent à l'industrie ces ingénieuses machines, dont nous nous efforçons, depuis si longtemps, de faire ressortir les mérites.

C'est dans sa préface que M. Richard expose ses idées : bien que nous soyons en désaccord avec lui sur quelques points de détail, nous sommes heureux de constater néanmoins que nos divergences d'opinion sont en voie de s'atténuer. Le succès indéniable de tous ceux qui ont copié Otto dans son cycle, sans se préoccuper des stratifications plus ou moins réelles des gaz dans le cylindre, a nui à la théorie *des tranches;* on se contente aujourd'hui de préconiser l'allumage au voisinage le plus immédiat du canal d'admission, ce qui est logique. M. Richard paraît un peu moins hostile que par le passé aux fortes compressions et aux grandes vitesses que nous avons recommandées à la suite de nos études sur les actions de paroi et sur les explosions de gaz tonnants, en 1878 et 1883. Il semble mieux disposé en faveur des puissants moteurs monocylindriques dont le *Simplex* de la maison Matter (et non Mather) de Rouen détient présentement le record. Il reste sceptique comme nous devant les calculs de M. Diesel, dont le moteur ne devait consommer que 100 grammes de charbon par cheval-heure indiqué; certes, tous les ingénieurs souhaitaient de grand cœur le succès de l'inventeur allemand, car il constituerait un immense progrès; mais l'expérience montre, une fois de plus, qu'il ne faut pas s'abandonner à de trop décevantes illusions. L'auteur fait des réserves sur la dernière disposition des moteurs Crossley adoptée par les célèbres constructeurs anglais, sur l'initiative de M. Atkinson, dans le but d'expulser du cylindre les gaz brûlés de l'explosion : « Nous ne pensons pas qu'il y ait, dit-il, du moins au point de vue de l'économie, grand intérêt à cette expulsion »; cette opinion est discutable, mais on ne tardera pas à être fixé sur ce point par l'expérience, car plusieurs de ces moteurs sont montés en France et leur consommation sera prochainement connue. Le résultat intéresse vivement la théorie des moteurs à gaz.

Cette brève analyse permet de juger de l'actualité du dernier ouvrage de M. Richard : nous sommes heureux d'avoir eu l'occasion de lui rendre hommage et d'en faire ressortir la valeur. Aimé Witz.

2° Sciences physiques.

Sorel (E.), *Professeur suppléant au Conservatoire des Arts et Métiers.* — **La Distillation.** — 1 *vol. petit in-8° de 250 pages avec 20 fig. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché 2 fr. 50; cartonné. 3 fr.*) *Gauthier-Villars et fils et G. Masson, Paris*, 1895.

Cet ouvrage sur la distillation forme un ensemble complet avec celui que M. Sorel a déjà publié sur la rectification de l'alcool dans la même collection. En effet, si la distillation y est traitée d'une façon générale, du moins les exemples y sont pris dans l'industrie si importante de l'alcool. Les constantes physiques de ce corps sont réunies dans une série de tableaux au commencement du volume; puis vient l'étude des alambics ordinaires et des appareils à effets multiples. Dans la troisième partie l'auteur examine le problème de la distillation d'un mélange de plusieurs liquides, d'abord pour le cas simple où les corps en présence sont insolubles l'un dans l'autre, puis ensuite pour les cas complexes où il y a solubilité réciproque. La question de la distillation continue est traitée avec des développements en rapport avec son intérêt pratique. Enfin l'étude des moyens de préparer l'alcool brut pour la rectification termine cet ouvrage, qui sera également apprécié par les hommes de science et les industriels, auprès desquels l'auteur jouit de la même autorité.

Paul Jannettaz.

Arnold (J.-O.), F. C. S., *Professor of Metallurgy at the Sheffield Technical School.* — **Steel Works Analysis.** — *1 vol. in-12 de 350 p. avec 22 fig. (Prix : relié, 10 s., 6 d., ou 13 fr. 10.) Whittaker and Cᵒ, 2, White Heart Street, Paternoster Square, London E. C., 1895.*

M. Arnold, professeur à l'Ecole Technique de Sheffield, a rassemblé dans cet ouvrage les méthodes d'analyse des différents produits que le chimiste doit examiner dans la fabrication du fer et de l'acier; on y trouve l'indication de procédés d'analyse des fers et aciers courants, des aciers spéciaux, des fontes riches en éléments autres que le fer, si employées aujourd'hui, des matériaux réfractaires, des minerais, des laitiers, etc.; d'autres chapitres indiquent comment il faut procéder pour déterminer certaines constantes physiques telles que la densité de l'acier, le pouvoir calorique des combustibles, etc. Le savant professeur de Sheffield, bien connu par ses travaux sur la métallurgie, a fait là une œuvre vraiment originale et non une simple compilation. Beaucoup des procédés indiqués lui sont dus, et tous ont été soumis par lui à une épreuve expérimentale. La description de chaque analyse comprend : 1° l'indication des réactifs et liqueurs titrées nécessaires, de leur mode de préparation et des essais auxquels ils doivent être soumis; 2° l'exposé détaillé des opérations successives et des précautions à prendre; 3° la théorie du procédé et une discussion sur la précision du résultat; 4° les chiffres fournis par une application de la méthode à un produit industriel.

G. Charpy.

Beaudet (L.), **Pellet** (H.) et **Saillard** (Ch.), *Ingénieurs chimistes de sucrerie.* — **Traité de la Fabrication du Sucre de betteraves et de cannes.** — *2 vol. de 1277 pages et 429 fig. J. Fritsch, éditeur. Paris, 1895.*

Nous ne saurions trop féliciter MM. Beaudet, Pellet et Saillard de leur puissant effort. Jusqu'à ce jour, les traités spéciaux sur l'industrie sucrière, très nombreux à la vérité, ont presque tous ce caractère commun de n'envisager que le côté pratique de la question. Les auteurs du nouveau traité de la fabrication du sucre ont, indépendamment des appareils et des méthodes d'analyse, laissé une large part à la théorie.

Les auteurs ont commencé par traiter des sucres en général. Le premier chapitre est un exposé de leurs fonctions chimiques; les quelques mots consacrés à la théorie du carbone asymétrique donneront aux chimistes de sucrerie un moyen de se guider, lorsque l'analyse polarimétrique leur fournira des chiffres anormaux.

Cependant, à côté de si bonnes choses, il est regrettable de trouver la malheureuse formule saccharogénique de M. H. Leplay, si discutable au point de vue scientifique.

La théorie du phénomène de la diffusion n'est pas très complète, ni très au courant des derniers travaux touchant la question. Pour avoir voulu faire un traité complet de l'industrie sucrière, il n'était peut-être pas nécessaire d'accumuler des hypothèses plus ou moins justifiées, pouvant laisser une mauvaise impression aux lecteurs au courant de la question et dérouter les débutants.

Les différentes théories de la double carbonatation, des appareils de filtration mécanique, d'évaporation de cuite sont bien présentées, et la description des appareils est très complète.

Dans cet ouvrage très bien conçu nous ne croyons pas qu'aucun procédé et appareil nouveau ait été passé sous silence, mais nous aurions aimé connaître sur chacun d'eux l'avis d'auteurs aussi compétents.

Le chapitre traitant de la partie analytique et, faisant suite, l'étude de la sélection des betteraves sont à louer sans réserve. Cette question si capitale est mise au point, tous les renseignements désirables sont donnés, et nous ne pouvons que rendre hommage à la largeur de vues de M. H. Pellet.

Les chapitres consacrés à la fabrication du sucre de cannes et du rhum sont remarquables par la façon dont l'équilibre est maintenu entre le côté théorique et le côté pratique.

Enfin nous ne pouvons que regretter que, dans le chapitre précédent, l'étude de la sucrerie coloniale, les auteurs n'aient pas cru devoir traiter plus longuement la partie économique de cette industrie si à l'ordre du jour.

Edouard Urbain,
Chimiste de sucrerie.

3° Sciences naturelles.

Nabias (B. de). — **Recherches histologiques et organologiques sur les centres nerveux des Gastéropodes.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *Un vol. in-8° de 195 pages, avec 5 pl. doubles. Bordeaux, Imprimerie Durand, 1895.*

Le travail de M. de Nabias ne s'étend point, comme on pourrait le croire d'après le titre, au groupe tout entier des Mollusques gastéropodes; il se limite aux seuls Pulmonés terrestres, et encore ne comprend-il, dans ce sous-ordre, que quelques genres des plus communs : les *Helix*, les *Arion*, les *Limax* et les *Zonites*. Etant données la difficulté et l'étendue des recherches auxquelles s'est livré l'auteur, on ne saurait lui faire un grief d'avoir restreint son sujet à un petit nombre de formes; mais il semble qu'en circonscrivant le champ de ses études, M. de Nabias ait en même temps tracé la même limite au champ de ses comparaisons, enlevant, par là même à son travail un caractère de généralité qu'il aurait pu facilement avoir, et négligeant certaines questions importantes, que lui aurait certainement suggérées un souci plus constant des connaissances actuellement acquises sur les autres groupes de Gastéropodes. Je me hâte d'ajouter que cette critique n'a trait qu'à la partie anatomique de son travail, la plus courte et certainement la moins importante; la partie histologique, au contraire, est à tous égards fort soignée; les lacunes y sont très peu nombreuses, et tous les travaux importants sur la structure interne du système nerveux y sont soumis à une analyse minutieuse d'où se dégagent des essais de généralisation fort intéressants. Les opinions émises dans ces travaux étant nombreuses et souvent contradictoires, je me bornerai à rappeler ici, sans discussion aucune, les résultats histologiques très précis auxquels est arrivé l'auteur.

Les cellules nerveuses des centres ganglionnaires des Gastéropodes appartiennent à deux types qu'on observe également chez les Vertébrés et chez les Arthropodes; dans le premier de ces types, qui est celui de Deiters, le cylindre-axe conserve son individualité et se continue avec une fibre centrifuge; dans le second, qui est celui de Golgi, le prolongement cellulaire se divise rapidement en ramifications arboriformes complexes.

Les cellules de Deiters sont de beaucoup les plus répandues dans le système nerveux; elles se distinguent par la couche épaisse de protoplasma qui enveloppe leur noyau; les cellules de Golgi ne se trouvent au contraire que dans le protocérébron et dans les ganglions affectés à la sensibilité spéciale (cellules de l'otocyste, ganglions tentaculaires, etc.); elles sont de petite taille et revêtues d'une couche protoplasmique extrêmement mince.

Les prolongements cellulaires sont des émanations directes, non du noyau (contr. à Haller), mais du protoplasma; ils sont composés de fibrilles pleines qui ne sont point, comme le pensent Nansen et Saint-Rémy, des tubes névrogliques pleins d'hyaloplasme. Le prolongement principal, ou cylindre-axe, est toujours dépourvu de gaîne de myéline; à mesure qu'il s'éloigne de la cellule, il se ramifie en émettant des fibrilles; tantôt cette division ne s'effectue qu'à l'extrémité du prolongement, tantôt beaucoup plus près de la cellule; quelquefois même la division s'effectue au niveau de

la cellule elle-même, qui devient alors bipolaire. Ces cellules bipolaires sont rares dans le type de Deiters, fréquentes dans le type de Golgi; à l'exemple de Viallanes, l'auteur les considère comme des cellules différenciées qui dérivent de cellules unipolaires. Les cellules multipolaires font complètement défaut. Quelle que soit l'importance du prolongement cellulaire et de ses ramifications, la structure reste toujours la même, et la cellule se comporte comme une unité morphologique parfaitement caractérisée, que l'auteur, avec Waldeyer, désigne sous le nom de *neurone;* l'indépendance des neurones est telle que leur prolongement et leurs ramifications restent toujours distincts sans jamais contracter d'anastomose. La substance ponctuée ganglionnaire, formée par ces ramifications, n'est donc point un réseau, mais une trame de fibrilles simplement juxtaposées. Au moyen d'un grand nombre de coupes parfaitement orientées et étudiées avec soin, M. de Nabias montre, contrairement à un très grand nombre d'auteurs, que les nerfs ne prennent nullement naissance dans la substance ponctuée, mais se détachent directement des cellules ganglionnaires. Pour les fibres centrifuges, cette origine directe est masquée par une anse plus ou moins longue que forment les fibres à leur origine; mais il suffit d'orienter la coupe dans le plan de ces anses pour suivre les fibrilles nerveuses jusqu'à la cellule qui leur donne naissance. Quant aux fibres centripètes, elles ont leur origine dans des cellules ganglionnaires périphériques (cellules de la rétine, de l'otocyste); elles viennent former des arborescences dans la substance ponctuée du cerveau, mais elles n'ont aucune connexion directe avec les cellules de ce ganglion nerveux; il en est de même, du reste, chez les Vertébrés. Ces faits ont évidemment une très grande importance, et l'auteur s'en sert pour déclarer inexact « le réflexe classique dans lequel on admet qu'une fibre centripète aboutit à une cellule sensitive, qui entre à son tour en relation avec une cellule motrice pourvue d'un cylindre-axe centrifuge. La cellule sensitive, dit-il, doit être supprimée dans cette situation; elle est à l'origine de la fibre centripète, à la périphérie, par conséquent, et non à sa terminaison. Le réflexe, dans ces conditions, n'en est que plus parfait, parce que toute excitation portée par les fibres centripètes pourra se transmettre en même temps, par le fait même des bifurcations, à un plus grand nombre d'éléments. Cette transmission ne pourra avoir lieu par continuité, puisque nous reconnaissions l'indépendance des cellules nerveuses, mais par contact. »

Si, comme on est en droit de l'espérer, les recherches histologiques de M. de Nabias sont confirmées par des observations nouvelles, elles auront fait faire, à coup sûr, un grand pas à la science. Je pense toutefois, qu'il y aura lieu d'étudier encore de très près la substance ponctuée afin d'y découvrir, si c'est possible, les anastomoses nerveuses qu'ont décrites tant d'auteurs; il y aura lieu, surtout, d'étudier encore les cellules du type de Golgi, dont l'auteur n'a pu « préciser d'une façon absolue le mode de terminaison ».

Il sera bon également d'étendre à un très grand nombre de types les recherches de topographie cérébrale que Viallanes a poussées si loin chez les Arthropodes et que M. de Nabias, le premier pour ainsi dire, a effectuées chez les Gastéropodes Ces recherches sont trop techniques pour pouvoir être résumées ici, mais elles l'ont conduit déjà à quelques résultats intéressants. Elle lui ont permis de montrer, notamment, que les variations de structure cérébrale sont limitées au protocérébron, que le développement de ce dernier est en rapport avec le degré d'évolution des Gastéropodes, enfin que les centres cérébroïdes sont parfaitement symétriques, qu'ils émettent toujours le même nombre de nerfs, et qu'un certain nombre de cellules, sinon toutes, y occupent une position déterminée et parfaitement constante.

Tous ces faits n'ont pas la même importance et quelques-uns mêmes (symétrie externe des ganglions cérébroïdes, nerfs en nombre constant) étaient pressentis ou connus avant les recherches de M. de Nabias. Mais certains d'entre eux, surtout ceux relatifs à la symétrie cellulaire, sont entièrement nouveaux et ne manqueront pas d'attirer l'attention de tous les biologistes; il y a évidemment localisation chez ces êtres, mais cette localisation s'étend peut-être à une cellule seule et non à une région cérébrale tout entière. Toutefois il ne faudrait pas se leurrer sur l'importance de ces études de topographie cérébrale, et compter beaucoup sur elles pour établir « sur des bases solides les affinités réelles et peut-être la généalogie des principaux groupes » ; ce sont des résultats auxquels peuvent conduire, beaucoup plus directement, l'anatomie et même la morphologie pure et simple des Gastéropodes : quand M. de Nabias, grâce à la topographie cérébrale, arrive à considérer les Pulmonés sans coquille (*Arion, Limax*), comme moins primitifs que ceux qui en ont une (*Helix*), il arrive purement et simplement à un résultat qu'avaient depuis longtemps énoncé les anatomistes et même certains conchyliologistes.

A côté des généralisations précédentes, qui paraissaient sérieusement établies, il en est d'autres qui sont moins fondées parce qu'elles reposent sur des éléments de comparaison beaucoup trop restreints. Pourquoi M. de Nabias semble-t-il croire « que la cellule nerveuse diminue progressivement de volume à mesure qu'on s'élève dans l'échelle zoologique ? Cela n'est certainement pas vrai pour les Gastéropodes, car on sait que les Prosobranches inférieurs, qui ont servi de point de départ aux Pulmonés par l'intermédiaire des Opisthobranches, ont des cellules nerveuses infiniment plus petites que celles des animaux de ces deux derniers groupes.

Il me reste à signaler quelques lacunes que la topographie cérébrale aurait très heureusement comblées, si l'auteur avait porté plus d'attention sur les études anatomiques déjà faites dans les autres groupes de Gastéropodes. M. de Nabias nie l'existence de la commissure subcérébrale que M. Amaudrut a trouvée chez un grand nombre de Pulmonés, et qui existe à l'état distinct chez la plupart des Opisthobranches; on peut lui faire un grief de n'avoir pas cherché ce qu'était devenue cette commissure qui, vraisemblablement, n'a pas disparu. M. de Nabias considère également les ganglions commissuraux comme dépourvus de tous nerfs; mais il n'aurait pas été aussi affirmatif s'il avait su que ces ganglions émettent des nerfs importants chez tous les Prosobranches, chez beaucoup d'Opisthobranches et chez un certain nombre de Pulmonés aquatiques; enfin son travail ne fait aucune mention du nerf médian qui part du milieu de la commissure pédieuse postérieure chez tous les Gastéropodes où cette commissure est bien distincte; il aurait été intéressant de chercher quel déplacement peut subir ce nerf, dont le champ de distribution paraît toujours bien déterminé. Je touche ici à la lacune la plus importante du travail de M. de Nabias, qui a complètement négligé l'étude des nerfs issus des ganglions pédieux et viscéraux. Je sais bien que cette étude aurait singulièrement augmenté l'étendue de son travail; mais pourquoi l'auteur n'a-t-il pas dit, dans sa préface et dans son titre, qu'il limitait ses recherches aux seuls ganglions cérébroïdes?

Je ne veux pas insister sur ces critiques, qui tendent surtout à montrer combien sont multiples et importantes les questions qu'a traitées M. de Nabias. Son travail n'est point une thèse banale, et je suis persuadé qu'elle comptera parmi les meilleures publiées à notre époque. Quand l'auteur aura comblé les lacunes que j'ai signalées plus haut, quand il aura étendu ses recherches à des formes plus nombreuses et plus variées, les critiques précédentes n'auront plus de raison d'être, et M. de Nabias aura donné à la science un ensemble de documents absolument neufs qui lui feront occuper une des meilleures places parmi les biologistes actuels.

E. L. Bouvier,
Professeur au Muséum.

4° Sciences médicales.

Van Renterghem (A.-W.) et **Van Eeden** (F.). — Psycho-thérapie *Compte rendu des résultats obtenus dans la clinique de Psycho-thérapie suggestive d'Amsterdam* (1889-1893). — 1 *vol. in-8° de 30 p.* (*Prix : 7 fr. 50*). *Société d'Éditions scientifiques. Paris*, 1895.

Ce livre se divise en trois parties : 1° une Introduction consacrée à la discussion de la légitimité et de l'efficacité des méthodes psycho-thérapiques; 2° la statistique des cas traités à la clinique psycho-thérapique d'Amsterdam, du 1er juillet 1889 au 30 juin 1893, suivie d'un résumé général de la statistique des cas traités du 5 mai 1887 au 30 juin 1893; 3° un choix de 110 observations cliniques. MM. Van Renterghem et Van Eeden font, dans leur pratique, une large place à la suggestion à l'état de veille à côté de la suggestion hypnotique : il faut aussi, d'après eux, attacher la plus haute importance au milieu où est placé le malade, au genre de vie qu'on lui fait adopter, au régime qu'on lui prescrit. Leur thérapeutique n'est donc pas seulement une thérapeutique suggestive, c'est une thérapeutique où l'on met à profit toutes les influences qui peuvent agir directement ou indirectement sur l'esprit du malade. Ils n'ont pas, au reste, la prétention de substituer la psycho-thérapie à toute autre médication : c'est un traitement qui a, comme tous les autres traitements, ses indications et ses contre-indications ; mais leur expérience de sept années leur permet, disent-ils, d'affirmer que, pour toutes les névroses et la plupart des psycho-névroses, c'est l'un des plus efficaces, et, à coup sûr, le plus inoffensif. Ne rendrait-il d'autre service que de supprimer l'abus des médicaments et de faire perdre aux malades l'habitude de combattre tour à tour les douleurs dont ils souffrent avec toutes les armes que renferme l'arsenal thérapeutique, qu'il contribuerait encore, dans une très large mesure, à hâter leur rétablissement. Mais l'efficacité des suggestions, dans un grand nombre de cas, est dès maintenant chose établie; la possibilité de faire disparaître par suggestion certains accidents hystériques, tels que les paralysies, n'est plus mise en doute par personne : la seule question qui reste ouverte, c'est de savoir quelle est l'étendue de ce pouvoir de la suggestion; de déterminer, par exemple, si les affections organiques du système nerveux peuvent s'amender sous l'influence de suggestions appropriées. Le médecin devra donc recourir, toutes les fois que cela sera possible, à la psycho-thérapie : c'est, en effet, un traitement toujours inoffensif et souvent efficace, et le premier devoir du médecin, c'est de chercher à guérir son malade. La science pure et la pratique médicale sont choses fort différentes, et le médecin devrait ne point hésiter à employer la suggestion dans le traitement des maladies nerveuses, quand bien même son mode d'action sur l'organisme lui paraîtrait inintelligible ; mais il n'en est pas ainsi : nous n'avons à opposer aux faits que nous apportent ceux qui ont pratiqué eux-mêmes la psycho-thérapie que des arguments d'ordre métaphysique ; si nous ne comprenons pas comment peut s'exercer l'action de l'âme sur le corps, c'est que nous sommes emprisonnés dans une conception schématique de la nature que la nécessité de concevoir mécaniquement les relations des phénomènes nous a obligés d'admettre, mais nous avons cependant des seuls phénomènes psychiques une conscience directe; les phénomènes matériels, nous ne les connaissons que par inférence. Le moi est seul immédiatement présent à lui-même et il se saisit lui-même comme actif. Il nous faut bien l'admettre, que cela s'accorde ou non avec la théorie scientifique que nous avons construite. Rien alors de plus aisé à accepter que l'action médicatrice de l'âme. Remarquons, au reste, que, dans la longue chaîne de phénomènes qui unit, dans le réflexe, la sensation au mouvement, prennent place des facteurs purement psychiques. Pourquoi les jugerions-nous arbitrairement comme étant les seuls qui soient dépourvus d'efficacité? D'ailleurs, les agents thérapeutiques, physiques et chimiques n'agissent pas directement, eux non plus, sur le phénomène qu'il s'agit de modifier : ils n'agissent « jamais que par l'intervention de l'action propre du plasma » ; cette puissance médicatrice de l'organisme que les médicaments stimulent, c'est elle aussi que met en jeu la suggestion. Il faut bien admettre l'existence, dans tout organisme, d'une force particulière qui le répare, l'entretient, le défend contre les dangers du dehors; si on considérait, en effet, le corps comme une machine, et si on ne faisait une place à l'énergie vitale, les effets de l'exercice et de l'endurcissement deviendraient inintelligibles. C'est pour avoir laissé s'obscurcir et tomber presque en désuétude cette notion de la vitalité, que l'on en est venu, en médecine nerveuse, à cette thérapeutique palliative qui n'a d'autre but « que de procurer au patient, dans le plus court délai, un état de bien-être et un semblant de santé ». Tel est le résumé des idées présentées par MM. Van Renterghem et Van Eeden dans leur Introduction. Bien des objections se présentent d'elles-mêmes à l'esprit. Rien n'est moins clair que cette idée d'énergie vitale où ressuscite le vieux principe vital d'autrefois, et de ce qu'une pensée ne saurait être confondue avec un phénomène physico-chimique, il ne s'ensuit pas que ce ne soient point les deux aspects corrélatifs d'un même événement. Ces longues chaînes de phenomènes psychiques qui unissent souvent une sensation périphérique à un mouvement, sont, il ne faut pas l'oublier, des enchaînements de phénomènes cérébraux : du dehors, ce ne sont que des modifications physico-chimiques de la substance nerveuse, du dedans, des faits de conscience. Ces deux aspects d'un même événement sont indissolublement unis; nous ne pouvons les séparer que par abstraction. Tout cela importe peu du reste à la thérapeutique suggestive. Ce sont des questions d'une haute généralité qui ne pouvaient être traitées, dans une Introduction de cette espèce, ni avec assez de précision, ni avec assez d'ampleur. Il ne faut pas chercher dans cette statistique clinique autre chose que ce qu'on y peut trouver, non point des analyses, ni même le récit d'expériences méthodiquement conduites, mais seulement des résultats bruts. Tels quels, ils semblent assez encourageant : sur 1089 cas traités par eux, MM. Van Renterghem et Van Eeden ont obtenu 320 guérisons et 276 « améliorations notables ». Il faut noter que, dans tous les cas où il s'agissait d'affections organiques, l'échec a été complet, que les meilleurs succès ont été obtenus avec des hystériques et des neurasthéniques, et que, si les deux auteurs peuvent apporter de très beaux résultats en ce qui concerne le traitement des diverses phobies des dégénérés, il importe de ne pas oublier qu'elles disparaissent souvent spontanément pour faire place à d'autres. Or, c'est là ce qui se produit fort habituellement chez les malades qu'ils ont traités. On ne peut que malaisément alors parler de guérison. Les résultats du traitement psychique des diverses névralgies, des tics, de l'asthme nerveux, de l'alcoolisme, ont été bons; il a été d'une frappante efficacité pour guérir les enfants de l'incontinence d'urine diurne et nocturne. En ce qui concerne les maladies mentales, leur expérience personnelle a amené MM. Van Renterghem et Van Eeden à se ranger à l'avis de Forel et de Bernheim : ce traitement est le plus souvent sans effet. Dans quelques-uns des cas où ils ont réussi, il semble qu'on ait affaire à une guérison spontanée ; ailleurs, il s'agit peut-être de folie intermittente. Le véritable intérêt de cet ouvrage est dans les observations cliniques qui le terminent et dont quelques-unes constituent une utile contribution à l'étude de la neurasthénie, que les auteurs confondent sans cesse, du reste, dans leurs descriptions, avec la dégénérescence mentale. — Le livre est criblé de fautes d'impression et de fautes de français, mais cependant écrit très clairement.

L. Marillier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ETRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 Août 1895.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la perte que la science vient de faire dans la personne de M. G. Basso, membre de l'Académie des Sciences de Turin.

1° Sciences mathématiques. — M. Maurice Lévy publie une note importante sur la construction des grands barrages. Ce travail débute par des considérations pratiques où l'auteur propose un moyen pour empêcher l'eau de rester sous pression à l'intérieur des barrages; il consiste essentiellement à ménager en amont du massif du barrage des espaces vides de deux mètres de largeur séparés par une distance égale: toute fissure se traduirait alors par une pénétration d'eau. En outre, il conviendrait que la pression à l'extrémité amont d'un joint soit supérieure à la pression de l'eau du réservoir en ce point. Les assises de maçonnerie devraient être élevées suivant les lignes isostatiques de Lamé, qui possèdent la propriété de supporter les pressions les plus grandes. L'auteur examine ensuite le problème au point de vue théorique; il calcule la résistance et donne la valeur du glissement suivant une section horizontale, le poids minimum de maçonnerie, les compressions au droit du parement d'aval et au droit du parement d'amont, les forces élastiques sur les éléments horizontaux et verticaux; il examine ensuite le problème en supposant que le parement amont n'est pas vertical.

2° Sciences physiques. — M. Cornu a entrepris une étude expérimentale des vibrations transversales des cordes; les premiers résultats obtenus se résument ainsi: Les vibrations transversales d'une corde, excitée d'une manière quelconque, sont toujours accompagnées de vibrations tournantes, l'élasticité de torsion de la corde entrant en jeu au même titre que la composante transversale de la tension. Chacun des points d'une corde pincée se meut suivant la résultante des trois déplacements : 1° rotation autour de l'axe de la corde; 2° translation parallèle à un plan de symétrie perpendiculaire; 3° translation parallèle au plan de symétrie de la corde. Les cordes mises en vibration par un choc éprouvent un mouvement aussi complexe; celles qui sont frappées par un archet ont un mouvement vibratoire plus simple et sont susceptibles, si les vibrations tournantes deviennent importantes, de donner naissance à des sons de hauteur moindre que la hauteur habituelle, appelés par l'auteur sons anormaux. La seconde partie de ce travail contient en détail la méthode d'étude suivie; elle consiste essentiellement à fixer à la corde un petit miroir de légèreté extrême et à enregistrer les mouvements du rayon réfléchi envoyé par un point lumineux fixe. Le phénomène est d'ailleurs étudié en fonction du temps à l'aide de l'artifice suivant : Le rayon lumineux traverse des trous percés régulièrement sur la circonférence d'un disque; les interruptions de la courbe, tracée alors en pointillé, se font à intervalles de temps égaux définis par la vitesse du disque. — M. F.-A. Forel, président de la Commission internationale des Glaciers, résume l'ensemble des connaissances acquises sur leurs variations et précise le problème soumis aux naturalistes du monde entier : Y a-t-il simultanéité ou y a-t-il alternance ou n'y a-t-il pas concordance dans les variations glaciaires : 1° dans les divers glaciers d'un même continent; 2° dans les divers glaciers d'un même hémisphère au nord ou au sud de l'équateur; 3° dans les divers glaciers du globe? — M. L. Descroix adresse une série de tableaux numériques portant pour titre : Etudes sur le climat de Paris, 2e série. — M. C. Maltézos établit, en s'appuyant sur les expériences de Bliss et les siennes, que le mouvement brownien est un phénomène capillaire. — M. A. Witz a mesuré la quantité d'énergie nécessaire pour illuminer des tubes de Geissler dans le but de se rendre compte de la valeur de l'éclairage par luminescence. La luminescence produite par les courants de haute tension dépense une énergie considérable; celle que donnent les courants d'une machine de Holtz est plus coûteuse encore; mais elle a l'avantage de donner une chaleur rayonnée très faible, correspondant seulement au cinquième de l'énergie totale, c'est-à-dire plus faible que dans tout autre foyer. — M. V. Ducla adresse un mémoire relatif à des expériences diverses sur l'électricité. — M. le Secrétaire perpétuel signale un ouvrage de M. F.-A. Forel intitulé : Le Léman, monographie séismologique. G. Matignon.

3° Sciences naturelles. — MM. Poirault et Raciborsky étudient les noyaux des Urédinées. Ils montrent, par l'étude du développement, comment les deux noyaux que l'on trouve dans les téleutospores du *Puccinia asarina* arrivent à se fusionnner. Voici la principale différence entre la division conjuguée des noyaux des Urédinées et la caryokynèse ordinaire : l'anaphase, des segments chromatiques, qui restent isolés dans le premier cas, s'unissent, dans le second, pour former un noyau unique. — MM. Guérin et Macé, d'après les analyses qu'ils ont faites sur l'antitoxine diphtérique, montrent que la substance active paraît être de la même nature que les ferments solubles qu'on réunit actuellement sous le nom de diastases. — M. Gourfein a extrait des capsules surrénales une substance toxique qui produit chez la grenouille une série de symptômes amenant la mort dans un délai très bref, en agissant probablement sur le système nerveux central. — M. J. Chéron produit de l'hyperglobulie instantanée par stimulation périphérique. J. Martin.

Séance du 12 Août 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. Téguor adresse un théorème propre à séparer les racines des équations numériques de tous les degrés. — M. Coggia envoie les observations de planètes faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial de 0m.26) pendant le mois de Juillet. — M. Paul Painlevé indique les résultats auxquels il est parvenu dans l'étude des surfaces algébriques qui admettent un groupe continu de transformations birationnelles. Toutes les surfaces rentrant dans la catégorie étudiée sont les suivantes : 1° La surface est uniformément unicursale. 2° La surface correspond birationnellement au cylindre $G(\xi, \eta) = 0$, la courbe G étant de genre $p \geqq 1$. 3° La surface correspond birationnellement à la multiplicité ξ, η, u, U, définie par les équations :

$$G(\xi, u) = 0, \qquad U = \sqrt{(1 - u^2)(1 - k^2 u^2)}.$$

4° Les coordonnées s'expriment en fonction abélienne (à trois ou quatre périodes) de deux paramètres u et v. Les résultats, qui s'étendent à un nombre quelconque de variables, épuisent la recherche des groupes birationnels.

2° Sciences physiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale les deux cartes du ciel de Mars pour Paris et pour Saint-Petersbourg, à 9 heures du soir, dressées par M. J. Vinot. — M. Limonet, dit Lefrançais, envoie un mémoire relatif à une réforme à introduire

dans les signaux destinés à éviter les abordages en mer. — M. Ch. Frémont réussit à produire l'éclairement d'un objet opaque observé au microscope par l'intérieur du tube même du microscope et à travers l'objectif, de sorte que la méthode s'applique aux plus forts grossissements. — M. Marey fait remarquer l'importance de ce dispositif pour les rechercher chronophotographiques où l'on était obligé jusqu'ici de photographier les objets non éclairés sur un fond éclairé, et par suite, sur une pellicule mobile; au contraire, les photographies successives d'un objet éclairé sur champ obscur peuvent être réunies sur une même plaque immobile. — M. H. Le Châtelier discute la valeur des points de fusion de l'or et de l'argent admis aujourd'hui et leur application à la graduation des pyromètres électriques. Il conclut que le point de fusion de l'or, 1045°, déterminé par M. J. Violle, est certainement un peu bas, mais que l'erreur ne dépasse pas 20°; que, néanmoins, aucune des expériences faites jusqu'ici ne présente une précision suffisante pour justifier l'adoption d'une température de fusion différente de 1045°. — M. E. Kern adresse une note relative à un arc-en-ciel blanc observé le lundi 5 août, à 10 heures du soir, à Ver-sur-Mer (Calvados). — M. Ch. Astre a étudié l'action du potassium sur la quinone et l'hydroquinone en solution éthérée ou benzénique; il a pu obtenir ainsi les composés $[C^6H^3KO(OH)]^2C^4H^{10}O$, $C^6H^3(KO)(OK)C^6H^4O(OK)$ et $C^6H^4(OK)(OH)$, $C^6H^4(OH)^2$. Tous ces corps sont très instables en présence de l'air et de l'humidité; ils font explosion au contact d'une goutte d'acide. C. Matignon.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 6 Août 1895.

MM. A. Chipault, J. Braquehaye et Laborde communiquent leurs recherches sur le mécanisme des fractures indirectes de la base du crâne; il se rapproche de celui des fractures irradiées vulgaires. — M. Pinard expose l'histoire d'un cas de grossesse extra-utérine, diagnostiquée au sixième mois et opérée à une époque rapprochée du terme. L'opération fut suivie de l'extraction d'un garçon vivant; les suites furent heureuses pour la mère et l'enfant. L'auteur donne quelques indications sur la marche à suivre dans les cas de grossesse extra-utérine. — MM. Debove et Soupault ont étudié les fonctions de l'estomac chez un malade atteint de cancer du pylore et gastro-entérotomisé. L'estomac était le siège d'une stase alimentaire. L'acide chlorhydrique faisait défaut; la bile et le suc pancréatique refluaient dans l'estomac, mais ce reflux était sans inconvénient. — M. le Dr Guermonprez de Lille) lit un travail intitulé: Hystérectomie abdominale totale substituée à l'opération de Porro. — M. R. Blache lit un travail sur la protection de l'enfance dans le département de la Seine.

Séance du 13 Août 1895.

M. V. Babes fait une communication sur la vaccination par des toxines latentes contrebalancées par des antitoxines sanguines. — M. Babes signale la présence du *botriocephalus latus* en Roumanie: il y produit des anémies graves et mortelles avec tous les signes de l'anémie pernicieuse. — M. Lancereaux montre que l'abus du vin, surtout du vin plus ou moins falsifié débité à Paris, produit plusieurs affections graves, notamment la cirrhose hépatique, le tremblement, le delirium tremens, la prédisposition à la tuberculose. Il y aurait donc lieu d'exercer une surveillance attentive sur le vin livré à la consommation et les falsifications qui peuvent le rendre nuisible. — M. Ferrand communique une étude physiologique sur la musique.

Séance du 20 Août 1895.

M. le Président annonce la mort de M. Hoppe-Seyler récemment nommé correspondant étranger. — M. le Dr Ledé lit un travail sur les habitations des nourrices et les rapports des conditions d'hygiène de ces habitations avec la mortalité des enfants confiés à ces nourrices. — M. le Dr Fontan lit un travail sur le traitement des abcès du foie.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Juillet 1895.

M. C. Limb expose son travail sur la mesure directe des forces électromotrices en unités électromagnétiques. La méthode ordinaire pour obtenir des forces électromotrices en valeur absolue consiste à mesurer en valeur absolue les résistances et les intensités et à appliquer ensuite la loi de Ohm. Pour obtenir la mesure directe d'une force électromotrice, M. Limb la compare à la force électromotrice d'induction produite par la rotation d'un faisceau magnétique à l'intérieur d'une longue bobine à une couche. On connaît, en effet, l'expression de cette force électromotrice sinusoïdale en fonction de la valeur H du champ magnétique créé par l'unité de courant, du moment magnétique M de l'aimant et de la vitesse angulaire de rotation. D'autre part, on sait que $H = 4\pi n$, n étant le nombre de spires par unité de longueur, M. Limb indique le procédé ingénieux qui lui a permis de mesurer n au moyen d'un barreau témoin, fileté sur le tour, en même temps que la bobine. Puis il a apporté la correction des bouts, et a tenu compte de l'excentrage de l'aimant par rapport à l'axe de la bobine. La carcasse de la bobine est en ébonite et recouverte de fil de $\frac{3}{10}$. M a été déterminé par la méthode de Gauss, qui consiste à mesurer MH et $\frac{M}{H}$. Le nombre de tours par seconde se mesure en inscrivant sur un cylindre les étincelles d'une bobine de Ruhmkorff dont le primaire est fermé à chaque tour de l'aimant. La bobine et l'aimant constituent un élément dont la force électromotrice varie proportionnellement à la vitesse. On pourrait donc songer à opposer directement la force électromotrice maximum induite à la force électromotrice à évaluer. M. Limb a préféré comparer, au moyen du potentiomètre de Clark modifié, chacune des deux forces électromotrices à une autre. Les deux bobines de ce potentiomètre sont en ferronickel, et on peut profiter de la seconde région pour produire un rhéostat d'ajustement. L'électromètre destiné à constater l'équilibre est celui de M. Lippmann. Le modèle employé est sensible à $\frac{1}{20.000}$ de volt, et présente une tubulure permettant de le vider, afin que le tube soit toujours mouillé sous la partie utile. M. Limb a apporté plusieurs perfectionnements à la méthode de Gauss pour la mesure du moment magnétique. Pour MH, au lieu de faire osciller dans le champ terrestre, il a préféré équilibrer le couple par la torsion d'un fil d'argent. Le coefficient de torsion de ce fil a fait l'objet d'une importante étude particulière. On suspend au fil une masse de moment d'inertie connu par rapport au fil et on en mesure ensuite la durée d'oscillation. Une difficulté se présente : le coefficient cherché prend des valeurs différentes suivant la nature et les dimensions de la masse cylindrique suspendue. Cela tient au défaut inévitable de centrage de la tige de suspension. Mais l'auteur a pris soin d'adopter pour les cylindres des dimensions relatives, telles que l'inclinaison de l'axe de révolution sur celui d'oscillation soit sans influence.

La mesure de $\frac{M}{H}$ a été effectuée en prenant trois distances. Le magnétomètre est formé de deux petits aimants en U dont les pôles de même nom sont en regard, et dont l'ensemble fonctionne comme un aimant rectiligne. L'amortisseur est un cylindre en cuivre électrolytique. La détermination du méridien magnétique a été effectuée en prenant une seconde bobine tournée avec le même soin que l'autre. On la dispose sensiblement dans le plan du méridien, et on

achève le réglage par tâtonnements successifs jusqu'à ce que, en lançant un courant, on n'obtienne plus aucune déviation. Les expériences de M. Limb ont porté sur l'étalon Latimer-Clark, le Gouy et le Daniell, modèle Fleming. Tous ces étalons ont été mesurés dans la glace fondante. Le Gouy et le Clark apparaissent comme bien supérieurs au Daniell. Le Gouy est très robuste. Lorsqu'il a été malmené, il suffit de le laisser reposer; le lendemain, il est revenu à son nombre primitif. Le Clark est d'une remarquable constance. Les variations ne sont que de l'ordre du $\frac{1}{10.000}$. M. Limb adopte définitivement les valeurs suivantes : pour le Clark, 1 volt 4335; pour le Gouy, 1 volt 3928; pour le Daniell avec un cuivre récemment cuivré, 1 volt 0943. Dans ces trois nombres, la quatrième décimale doit être considérée comme douteuse. Le Daniell est à rejeter pour des mesures absolues, mais cependant, en le faisant travailler sur une résistance, il offre une grande constance. — M. **A. Broca** a réalisé de curieuses expériences sur l'étincelle électrique. Il les reproduit devant la Société et en développe la portée. On sait que, si un circuit est susceptible de donner des étincelles, la longueur de l'étincellle est plus grande quand le circuit est relié au sol que lorsqu'il est isolé. Ce phénomène est connu sous le nom d'étincelle latérale. Il est singulier de voir le potentiel augmenter dans ces conditions. M. Broca en a recherché la cause. Il excite unipolairement de longs tubes à vide, analogues à ceux de Tesla, et compare ce qui se passe lorsque l'étincelle jaillit entre les bornes de la bobine, ou lorsqu'elle n'a pas lieu. Les tubes sont plus brillants dans le premier cas, par suite le potentiel maximum devient plus élevé quand l'étincelle jaillit. L'étude électrométrique montre, d'autre part, que le carré du potentiel moyen est inférieur à celui du train d'onde qui existerait s'il n'y avait pas d'étincelle. De là résulte que, quand l'étincelle jaillit, il doit se produire dans le circuit des oscillations de période plus courte que celles du circuit générateur, et d'ailleurs très rapidement amorties. La notion de période d'un circuit n'est donc pas aussi simple qu'on pourrait le croire. L'état vibratoire d'un circuit ne semble pas unique. Il peut s'y propager des ondes plus rapides. L'auteur a cherché ensuite comment ces ondes peuvent se produire. Il opère avec une bobine cloisonnée de Foucault, et met le tube en communication unipolaire successivement avec les tranches successives du circuit secondaire de cette bobine. Quand il n'y a pas d'étincelle, l'illumination du tube diminue de la première à la dernière borne. Lorsqu'il y a étincelle, c'est au contraire la borne la plus éloignée qui donne le plus de lumière. Lorsque l'étincelle jaillit, c'est donc bien, à partir de cette étincelle même que se propagent les oscillations, et elles vont en s'amortissant. Si l'étincelle n'est plus disruptive, elle ne peut plus être le siège de cette illumination rapide ; aussi, quand on produit un véritable arc stable, le tube en communication unipolaire cesse d'être lumineux. Lorsqu'on interpose dans l'arc un diélectrique, un carton, l'étincelle redevient disruptive, et le tube prend un éclat très considérable chaque fois que le carton est percé. En variant les excitateurs, et prenant des excitateurs à pétrole et à divers liquides, on obtient toujours des phénomènes du même genre. L'auteur a ensuite recherché si les oscillations actuelles offrent quelques-uns des caractères des oscillations de haute fréquence. Comme pour les tubes de Tesla, en touchant à la main le tube en son milieu, on voit qu'une partie notable de la lumière se propage jusqu'au fond du tube, et que, si on supprime les étincelles, la main diminue beaucoup plus l'illumination. Si on monte un dispositif analogue à celui de Hertz, en attachant des fils aux deux côtés de l'étincelle, ces fils se couvrent d'aigrettes lumineuses sur une longueur considérable. Cette illumination n'a plus lieu quand les étincelles ne jaillissent pas. Ces aigrettes présentent une série de nœuds et de ventres espacés de 5 à 6^{cm}. Puis on peut arriver à les dévier. On a donc dans ces fils des oscillations de haute fréquence, mais le toucher suffit pour montrer qu'on n'a pas que celles-là. Au contraire, on obtient des oscillations rapides bien épurées en plaçant un fil entre deux étincelles, à l'exemple de Lodge, qui place une sphère entre les deux pôles d'une bobine. Ce fil se couvre complètement d'aigrettes. On peut le toucher impunément. On peut alors prendre dans l'autre main un tube de Tesla : on le voit s'illuminer. De toutes ces expériences résulte que l'étincelle est le siège d'oscillations rapides. L'éther doit jouer un rôle prépondérant. En effet, contrairement aux idées reçues, le vide absolu peut être traversé par l'électricité. M. Broca est parvenu à produire dans un tube de Hittorf des rayons cathodiques, puis à faire jaillir une véritable étincelle entre les deux électrodes. M. Broca émet alors l'hypothèse que lors du passage d'une étincelle, l'éther, écarté brusquement de sa position d'équilibre, y revient par des oscillations rapides et ce sont elles qui se propagent le long des fils.

(La Société entre en vacances jusqu'au mois d'octobre.)

Edgard Hacqué.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

La Société a reçu récemment les communications suivantes :

MM. **Horace T. Brown** F. R. S. et **G. Harris Morris** ont repris les travaux de C. J. Lintner sur l'isomaltose. D'après leurs recherches, l'isomaltose décrite par Lintner n'est pas un corps parfaitement défini : car on peut, par des moyens spéciaux (distillation fractionnée ou séparation par les ferments) arriver à en isoler un mélange de substances diverses à pouvoir rotatoire dextrogyre. Ces substances appartiennent à la classe des corps amylacés. De plus, l'isomalososazone de Lintner ne semble pas être un corps chimiquement pur, mais bien une substance formée par l'action de la phénylhydrazine sur les différents composés constituant son isomaltose. — MM. **Arthur R. Ling** et **Julian L. Baker** ont étudié l'action de la diastase sur l'amidon et cherché à établir la constitution chimique de l'isomaltose de Lintner. Pour eux l'isomaltose de Lintner est simplement formée d'un mélange de maltose et de dextrine $C^{20}H^{10}O^{10}$. Il n'y a pas formation de glucose dans les produits résultant de l'action de la diastase sur l'amidon lorsque la diastase est retirée du malt légèrement desséché. Cette même diastase est également sans action sur la maltose. En partant d'une diastase provenant d'un malt séché au four à 70°, les auteurs ont pu préparer un corps qui a pour composition $C^{18}H^{30}O^{12}(Az^2HPh^2)$, qu'ils regardent comme un dérivé de l'hexatriose. — MM. **James Walker** et **F. J. Hambly** ont pu régénérer du cyanate d'ammonium en partant de l'urée obtenue elle-même en partant du cyanate. Cette transformation suit les lois relatives aux réactions bimoléculaires. Ceci s'explique par le fait que le cyanate d'ammonium est complètement dissocié en ions ammonium et en ions cyaniques. — M. **J.H. Fenton** s'est également occupé de la transformation du cyanate d'ammonium en urée. Il a déjà démontré que l'urée, traitée à froid par l'hypochlorite de soude en présence de soude caustique liquide, ne cède plus que la moitié de son azote; l'autre moitié de l'azote reste sous forme de cyanate qui ne fournit plus d'azote avec l'hypochlorite ou l'hypobromite. Ceci permet à l'auteur d'établir une formule d'après laquelle on peut, connaissant le volume d'azote fourni par l'action de l'hypobromite sur un mélange de cyanate et d'urée, calculer la quantité exacte de cyanate transformée en urée.

CORRESPONDANCE

SUR UN PARALLÈLE ÉTABLI ENTRE LES MACHINES ALLIS ET SCHMIDT.

Nous avons déjà appelé l'attention des lecteurs de la *Revue* sur la nécessité de bien définir l'unité par laquelle on exprime généralement la consommation des machines à vapeur, c'est-à-dire *le kilogramme de vapeur par cheval-heure*. Ce n'est pas de l'eau que consomme la machine, ce sont des calories. Il faudrait donc, une fois pour toutes, dire combien de calories on entend représenter par un kilogramme de vapeur; ou mieux, il faudrait exprimer la consommation *en calories par cheval-heure*. Mais cette dernière manière s'écarterait trop des habitudes, et nous en revenons à notre proposition de prendre pour unité une consommation de 655,062 calories et de l'appeler *kilogramme de vapeur*, parceque ce nombre représente la chaleur totale du kilogramme de vapeur saturée à 6 atmosphères de pression.

La nécessité de définir complètement l'unité de consommation saute aux yeux lorsqu'il s'agit d'une machine fonctionnant à très haute pression et surtout à vapeur surchauffée. L'exemple puisé dans ce que l'on dit de la marche économique de la machine Schmidt à cet égard est frappant. M. Schrœter, l'un des plus savants et des plus habiles expérimentateurs de ce jour, trouve qu'un moteur Schmidt de 60 chevaux a consommé effectivement 4 kg. 55 de vapeur par cheval-heure; et certes on n'était jamais descendu à ce chiffre, loin de là. La machine Allis, de Millwaukee, qui passait pour détenir le record de consommation, dépense 5 kg. 159 de vapeur; elle paraît donc singulièrement distancée. Or ce qui paraît n'est pas; on le voit clairement lorsque, au lieu d'exprimer la consommation en kilogrammes de vapeur, on l'exprime en calories.

En effet, pour la machine Allis, les 5 kg. 159 de vapeur représentent chacun 655 cal. 062; la consommation est donc de :

$$5.159 \times 655{,}062 = 3379$$

calories par cheval-heure. Mais la vapeur, dont la machine Schmidt a consommé 4 kg. 55 par cheval-heure, était à la pression de 11 kg. 9 par centimètre carré et surchauffée de la température de saturation 185°,7 correspondante, jusqu'à la température de 357°. La chaleur totale du kilogramme de cette vapeur se compose donc de deux parties : l'une, la chaleur du kilogramme de vapeur saturée ou 663,42 cal.; et l'autre, la chaleur de surchauffe 0.485 (357 — 185,7) = 83 cal. 08.

(Nous admettons, avec la plupart des auteurs, le chiffre 0,485 pour représenter la chaleur spécifique moyenne à pression constante de la vapeur.) La chaleur totale du kg. de vapeur surchauffée est donc de :

$$663{,}42 + 83{,}08 = 746^{cal},5;$$

et la consommation de la machine Schmidt est de

$$4{,}55 \times 746.5 = 3397$$

calories par cheval-heure, soit de 18 calories ou d'un demi pour cent plus élevée que celle de la machine Allis.

Certes la différence est petite; elle tombe dans les limites des erreurs d'expérience et des données numériques, et il n'y a aucune supériorité marquée ni pour l'une ni pour l'autre; mais ces machines diffèrent beaucoup. Celle d'Allis ne présente aucune nouveauté saillante, rien qui n'ait été depuis longtemps mis à l'épreuve; elle est simplement bien conçue, bien proportionnée, bien exécutée; elle présente tous les perfectionnements possibles dans ses détails. Celle de Schmidt, au contraire, sort de l'ordinaire; elle est sujette à des aléas sur lesquels l'expérience seule renseignera sûrement; le haut degré de surchauffe, malgré les précautions si ingénieuses qui ont été prises, peut devenir une source d'inconvénients non encore prévus.

Notre appréciation, le lecteur le verra, diffère de celle de M. A. Witz (pages 613 et suiv.). Mais nous sommes d'accord sur les conclusions que ce savant a développées à la fin de son mémoire, lorsqu'il attribue l'économie de la machine Schmidt aux mêmes causes générales que celle des machines à gaz. Voici quelques chiffres à l'appui :

La machine Allis fonctionne à une pression de 95,550 kilog. par mètre carré. La température centigrade de saturation correspondante est de 176°,9, et la température absolue, 176°,9 + 272°,9 = 449°,8. La température de l'eau froide de condensation est supposée de 15° C ou 287°,9 abs. Le rendement du cycle de Carnot serait donc de :

$$\frac{449.8 - 287.9}{449.8} = 0{,}360.$$

Or, le rendement thermique total, c'est-à-dire le rapport de la chaleur qui a fourni un cheval-heure, soit $\frac{270.000}{425}$ cal., à la chaleur totale dépensée, soit 3.379 cal. est égal à :

$$\frac{270.000}{425 \times 3379} = 0{,}188.$$

Il en résulte que le degré de perfection du cycle réel, comparé à celui de la machine parfaite de Carnot, est exprimé par le rapport :

$$\frac{0{,}188}{0.360} = 0{,}522.$$

Pour la machine Schmidt, le rendement thermique total est à fort peu près le même :

$$\frac{270.000}{425 \times 3.397} = 0.187$$

Mais le rendement du cycle de Carnot serait tout différent. Prenant encore 15° pour la température de l'eau de condensation, la chute de température est de 357° — 15° = 342°. Et la température absolue la plus élevée : 357° + 273° = 630°. Le rendement du cycle parfait serait donc de :

$$\frac{342}{630} = 0{,}543.$$

Le degré de perfection du cycle réel se chiffre donc par :

$$\frac{0{,}187}{0{,}543} = 0{,}344.$$

au lieu de 0,522. C'est donc à la haute température d'admission que l'économie du moteur Schmidt est due, tandis que c'est à la perfection du cycle, et à la haute pression, qu'est due celle de la machine Allis. Ira-t-on plus haut dans la première? Reste-t-il encore beaucoup à perfectionner dans la seconde? Il y a tout lieu de croire que l'on est à peu près arrivé au terme de part et d'autre.

V. Dwelshauvers-Dery,
Professeur de Mécanique appliquée à l'Université de Liège.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

6e ANNÉE N° 18 30 SEPTEMBRE 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES TRAVAUX DE LA CONFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE DE BRUXELLES

Ce n'est pas aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences* qu'il est nécessaire de démontrer l'importance toujours croissante de la bibliographie, sans laquelle il n'est pas possible de faire un travail scientifique sérieux. On ne se contente plus maintenant de citations de seconde main : on veut, et non sans raison, l'indication des mémoires originaux.

On sait également combien ces recherches sont longues, combien souvent il est difficile de retrouver un livre, un article dont on connaît l'existence; les difficultés se multiplient lorsque l'on veut faire la bibliographie complète d'un sujet déterminé, étant donné que ce sujet a été traité, toujours peut-on dire, par des savants de nationalités diverses et souvent à des époques très différentes.

Aussi serait-il d'une utilité incontestable et générale qu'il pût être créé une Bibliographie universelle et internationale. Les services qu'elle rendrait seraient énormes et justifieraient les dépenses qui pourraient être faites pour la réaliser, dépenses qui seraient certainement considérables.

Mais, indépendamment de la difficulté de résoudre cette question de la dépense, on peut se demander si un pareil travail est pratiquement réalisable, si, par suite du nombre énorme de livres, de mémoires, d'articles qui ont été publiés jusqu'à présent et qui se publient journellement, on ne rencontrerait pas de difficultés de classement et d'installation qui rendraient le travail irréalisable.

Ce sont ces dernières questions qui ont été traitées spécialement à la *Conférence Bibliographique Internationale* réunie à Bruxelles au commencement de septembre 1895 et dont la conclusion générale a été que ce vaste projet était pratiquement possible.

La question qui, comme on le verra, peut, dès à présent, intéresser directement tous les savants, nous paraît assez importante pour que nous croyions devoir donner un résumé des points qui ont été traités dans cette Conférence.

I

La question capitale consiste évidemment dans la classification à adopter : l'ordre alphabétique, utile dans certains cas, ne saurait être adopté dès qu'il s'agit de matériaux très nombreux et se rapportant à des sujets de nature très variée. Il importe absolument d'avoir un classement méthodique.

Le principe en est aisé à concevoir : il s'agit d'établir, entre toutes les connaissances dans le cas actuel, une première division en un certain nombre de parties, en embranchements, dirons-nous par analogie avec les termes employés en Zoologie, chacune de ces parties étant caractérisée par un signe spécial ; de même on établira des divisions dans chaque embranchement et l'on formera des classes dont chacune sera représentée par un signe déterminé ; puis, dans de nouvelles subdi-

visions, dans des ordres, seront réparties les matières de chaque classe et, de même, un signe sera affecté à chaque ordre; et ainsi de suite, s'il est nécessaire. On comprend alors qu'un sujet déterminé rentrera dans une certaine subdivision qui sera caractérisée par un petit nombre de signes.

Dans une classification vraiment rationnelle, qui serait basée sur les relations véritables qui existent entre les divers sujets, ces divisions et subdivisions n'auraient rien d'arbitraire et s'imposeraient absolument. Une semblable classification peut-elle exister maintenant, pourra-t-elle exister jamais? Il est possible d'en douter, car elle exigerait la connaissance absolue des relations qui existent entre les diverses sciences, entre les parties des diverses sciences. Ce qui est certain, c'est que pour la première division, pour la classification des sciences, pour ce que nous avons appelé les embranchements, des systèmes divers ont été proposés, systèmes intéressants et ingénieux, mais dont aucun n'a été adopté d'une manière générale.

M. Melvil Dewey qui, certainement, a vu ces difficultés, qui, d'autre part, s'est rendu compte de l'embarras que présenterait l'emploi de signes divers affectés à chaque classe de subdivisions, a eu l'idée, que l'on a qualifiée de géniale, d'appliquer purement et simplement le système de la numération décimale. Il a divisé l'ensemble des connaissances humaines en 10 embranchements, numérotés de 0 à 9; chaque embranchement a été divisé de même en 10 classes, également numérotés de 0 à 9 et ainsi de suite. De telle sorte qu'une subdivision quelconque est représentée par un nombre comprenant plus ou moins de chiffres, suivant qu'il s'agit d'une subdivision plus ou moins limitée.

Voici, par exemple, comment il a établi la première division, avec les chiffres correspondants :

0. Ouvrages généraux.
1. Philosophie.
2. Religion.
3. Sociologie.
4. Philologie.
5. Sciences.
6. Sciences appliquées.
7. Beaux-Arts.
8. Littérature.
9. Histoire.

Considérons les sciences, caractérisées par le chiffre 5; elles ont été subdivisées ainsi qu'il suit :

50. Sciences en général.
51. Mathématiques.
52. Astronomie.
53. Physique.
54. Chimie.
55. Géologie.
56. Paléontologie.
57. Biologie.
58. Botanique.
59. Zoologie.

Prenons maintenant une science spéciale, la Physique, par exemple : elle est subdivisée de la manière suivante :

531. Mécanique.
532. Liquide. Hydrostatique.
533. Gaz. Pneumatique.
534. Son. Acoustique.
535. Lumière. Optique.
536. Chaleur.
537. Électricité.
538. Magnétisme.
539. Physique moléculaire.

Et ainsi de suite ; on comprend que chacune de ces divisions pourra elle-même se subdiviser en 10 branches, dont chacune sera caractérisée par un nombre de 4 chiffres.

On voit que, à la condition, bien entendu, d'avoir une table de référence, on pourra toujours, étant donné un nombre quelconque, savoir à quel ordre de questions il se rapporte. Inversement, pour trouver le nombre qui correspond à un sujet déterminé, il faut avoir un dictionnaire de référence dans lequel, en face du mot caractérisant le sujet, on trouve le nombre correspondant.

Il y a quelque chose de fâcheux dans cette nécessité absolue de devoir recourir à cette table de référence et à ce dictionnaire. L'idéal serait que la méthode de classification fût telle qu'il y eût une relation obligée entre le sujet et le nombre correspondant, de telle sorte que la connaissance de l'un conduisît nécessairement à la connaissance de l'autre. Ce serait le propre d'une classification naturelle; nous avons dit qu'elle semble impossible actuellement, il faut donc accepter une classification artificielle avec ses inconvénients.

La méthode décimale s'applique immédiatement lorsqu'on peut diviser une classe quelconque en 10 subdivisions; mais il n'en est pas toujours ainsi. Comment opère-t-on dans ce cas?

Il n'y a aucune difficulté si le nombre de divisions est inférieur à 10: on les numérote dans l'ordre adopté et il reste seulement des chiffres non employés, ce qui est sans inconvénient.

Mais il n'en est pas de même quand le nombre des subdivisions est supérieur à 10. Prenons, par exemple, l'histoire de l'Europe qui correspond au nombre 94.

Le nombre 940 sera affecté à l'histoire de l'Europe en général (le signe 0 correspond toujours aux généralités); on affectera les chiffres de 1 à 8 qui doivent suivre les caractéristiques 94 aux principaux pays et groupes de pays comme suit :

941. Écosse. Irlande.
942. Angleterre. Pays de Galle.
943. Allemagne. Autriche.
944. France.
945. Italie.
946. Espagne. Portugal.
947. Russie.
948. Norvège. Suède. Danemark.

et l'on classera, sous un même numéro 949, tous les autres pays qui seront distingués les uns des autres par un 4e chiffre ; on aurait par exemple :

9491. Zélande.
9492. Hollande.
9493. Belgique, etc.

On voit que ce procédé peut s'appliquer à tous les cas et qu'il permet une classification qu'on peut étendre à la volonté, puisque rien ne limite le nombre des chiffres que l'on emploie.

L'expérience d'ailleurs a prononcé : la méthode est employée aux États-Unis depuis de longues années et elle a donné des résultats tels qu'elle s'est étendue progressivement.

Les membres de la Conférence ont pu d'ailleurs s'en rendre compte, au moins pour un sujet restreint. MM. Lafontaine et Otlet ont, en effet, établi à Bruxelles, suivant ce système, une bibliographie des sciences sociologiques, et nous avons pu constater combien les recherches y étaient faciles.

Nous ajouterons que nous avons donné le principe de la méthode de la classification décimale, sans vouloir entrer dans certains détails d'application qui nous auraient entraîné trop loin, mais qui sont cependant importants. C'est ainsi que, par exemple, on peut retrouver, sur un sujet déterminé, tout ce qui se rapporte à cette question dans un pays donné. On conçoit que c'est là un avantage qui n'est pas à négliger.

II

La méthode de M. Melvil Dewey est ingénieuse, on le voit, et on comprend par l'exposé que nous en avons fait qu'elle puisse être utilisée pratiquement. Ajoutons qu'elle présente le grand avantage que les symboles employés sont connus de tous et utilisés dans tous les pays ; elle a donc un caractère international qui présente une grande importance au point de vue du but que l'on se propose d'atteindre.

Mais il faut reconnaître qu'elle n'est pas à l'abri de toute critique.

La première, celle qui avait frappé le plus vivement certains des membres de la Conférence, portait non sur le principe, mais sur la manière dont il avait été appliqué. On trouvait que les subdivisions avaient été mal choisies, qu'elles semblaient faites, sur certains points au moins, par des personnes connaissant mal les sciences correspondantes et qui avaient établi des coupes par trop arbitraires.

D'autre part, l'impossibilité d'obtenir toujours dix subdivisions établit un manque d'homogénéité dans la représentation numérique. Il y a quelque chose d'un peu choquant à ce que l'histoire d'un pays d'Europe soit représenté tantôt par un nombre de trois chiffres, tantôt par un nombre de quatre chiffres : 944 s'il s'agit de la France, 9493 s'il s'agit de la Belgique.

Il serait plus satisfaisant pour l'esprit que des sujets de même ordre fussent représentés par des symboles de même forme.

Aussi, certains membres de la Conférence étaient arrivés avec la pensée de demander l'adoption du principe de la classification décimale, en insistant sur la nécessité d'abandonner les subdivisions établies et de les remplacer par d'autres, choisies d'une manière plus rationnelle, et dont l'indication serait demandée à des Commissions choisies de manière à présenter une compétence spéciale et absolue dans chaque ordre de connaissances.

Mais, si ces idées furent indiquées, elles ne furent pas défendues, et, à l'unanimité, la Conférence vota l'adoption de la classification décimale avec les divisions actuellement existantes.

La raison qui décida ce vote unanime est que, seule, cette classification permet d'espérer qu'on arrivera sur ce point à une entente internationale unanime.

Il faut dire, en effet, que, si cette classification est encore peu connue en Europe, elle est déjà appliquée depuis dix-sept ans en Amérique, dans un grand nombre de bibliothèques ; qu'il existe une table de référence comprenant environ 10.000 têtes de chapitres et un dictionnaire comprenant 22.000 mots.

D'autre part, une bibliographie des sciences sociologiques a été établie en Belgique et ne comprend pas moins de 400.000 articles.

Il est impossible de ne pas tenir compte de ces faits. On ne peut espérer que si, en Europe, où il n'existe rien de fait dans cet ordre d'idées (sauf en Belgique, comme nous venons de le dire), on propose de changer quelque chose à la classification Dewey, on soit suivi par les Américains qui auraient à refaire sur de nouvelles bases le travail considérable qu'ils ont déjà accompli. Si l'on veut arriver à une entente internationale, il faut, de toute nécessité, accepter ce qui existe déjà, étant donné que, si elle n'est pas sans défaut, la méthode de classification décimale de M. Melvil Dewey est d'une application pratique, comme le montre son emploi depuis dix-sept ans.

C'est en se plaçant à ce point de vue que la Conférence bibliographique a voté les deux propositions suivantes :

I. La Conférence considère la classification décimale comme donnant des résultats pleinement satisfaisants au point de vue pratique et international.

II. La Conférence constate les applications considérables déjà faites de la classification Dewey et recommande son adoption intégrale, en vue de favoriser à bref délai une entente internationale.

Il convient d'ajouter, et cette indication a contribué à faire émettre le vote des conclusions précédentes, que, indépendamment des bibliothèques où la classification décimale est déjà appliquée, on sait que la Société zoologique de France a décidé d'adopter ce système pour une bibliographie spéciale qu'elle se propose de faire; que la bibliographie géologique dont s'occupe M. Mourlon sera également classée suivant la méthode de M. Dewey. Ce ne sont là, il est vrai, que des projets, mais il y avait évidemment lieu d'en tenir grand compte.

Le Congrès de Bibliographie des Sciences mathématiques de 1889 a adopté, pour la Bibliographie actuellement en cours de publication, une classification méthodique; cette classification nous paraît sur certains points meilleure que celle de M. Dewey; elle nous semble plus rationnelle. On ne pouvait cependant songer à la mettre en comparaison avec cette dernière; outre qu'elle est spéciale et que son extension à l'ensemble des connaissances humaines ne paraît pas pouvoir se faire aisément, elle emploie comme symbole, non seulement des chiffres, mais encore des lettres romaines et grecques, et c'est là un inconvénient réel au point de vue de l'internationalité.

Il est à craindre que les mathématiciens ne renoncent point au système qu'ils ont adopté; c'est fâcheux; mais, en somme, il suffira d'établir un tableau de concordance entre les symboles des mathématiciens et ceux correspondant à la classe 51 de la classification de M. Dewey.

III

Le principe adopté, la conférence s'est occupée du mode de réalisation pratique du Répertoire de Bibliographie universelle, et voici les conclusions générales de la discussion.

Le soin de faire ce Répertoire et de le maintenir au courant serait confié à un *Office international de Bibliographie* qui serait subventionné par toutes les nations civilisées. L'organisation de cet Office ne peut être que le résultat d'une entente diplomatique, et la Conférence a émis le vœu que le gouvernement belge s'adressât aux autres gouvernements pour obtenir la réunion d'une Conférence internationale, qui étudierait les conditions dans lesquelles ce nouvel organe serait créé. Il existe des exemples d'une entente analogue dans d'autres cas, et on peut espérer, vu l'intérêt capital que présenterait la publication d'un Répertoire bibliographique universel que, dans un délai plus ou moins long, il pourra intervenir une solution favorable.

L'Office international de Bibliographie aurait à faire le recolement de tous les ouvrages parus jusqu'à ce jour; il utiliserait, dans ce but, tous les catalogues, toutes les bibliographies générales ou spéciales, qui sont des documents permettant de faire la bibliographie complète, et il les classerait d'après le système Dewey. Il y aurait là un travail de longue haleine, cela est certain; mais il est évident qu'il est possible de le mener à bonne fin.

Il va sans dire que, dans la réalisation matérielle, on abandonnera entièrement la publication de catalogues en volumes; il est inutile d'insister sur les inconvénients de ce système, qui ne permet pas les intercalations et qui, dès lors, rend les recherches longues et difficiles, pour ne pas dire impossibles, dès que le nombre des volumes est un peu considérable, et il le sera nécessairement, ne fût-ce que par les publications qu'il conviendra de faire chaque année. Le Répertoire serait formé par des fiches dont chacune correspondrait à un ouvrage ou à un article et qui seraient rangées d'après leur ordre numérique de la classification décimale. Ces fiches, dont les dimensions et la disposition seraient déterminées d'une manière uniforme, seraient imprimées de manière à pouvoir être distribuées soit en totalité, soit pour une partie se rapportant à une ou plusieurs branches: il y aurait là un avantage très réel pour les bibliothèques générales ou spéciales, mais nous ne pouvons insister sur ces détails.

L'Office international de Bibliographie aurait, d'autre part, à enregistrer de la même façon, bien entendu, tous les ouvrages, et même tous les articles de revue, au fur et à mesure de leur publication. A cet effet, il recevrait tous les ouvrages parus, soit qu'ils soient fournis par le dépôt légal, dans les pays où celui-ci existe, soit qu'ils soient acquis à prix d'argent ou de toute autre façon; mais il faudra absolument, et ce ne sera pas la difficulté la plus facile à résoudre, croyons-nous, que toutes les publications, sans exception, parviennent à l'Office international.

Tel est le plan général : la Conférence n'a pu aller plus loin dans cette voie. L'œuvre est considérable, elle exigera de grandes ressources et ne pourra être réalisée que par une entente des gouvernements.

Mais, en attendant cette réalisation, bien des questions peuvent être étudiées, discutées, qui trouveront leur application lors de la création de l'Office international de Bibliographie. Dans le but de permettre cette étude, la conférence a décidé la fondation d'un *Institut international de Bibliographie*, dont peuvent faire partie toutes les personnes qui s'occupent de bibliographie ou de bibliothéconomie, et qui se réunira, tous les ans, en congrès. La Conférence a pensé, d'ailleurs, que cet Institut, composé de personnes spéciales, compétentes, serait tout indiqué pour établir les règles générales de fonctionnement de l'Office international, et pour indiquer les modifications qui seraient rendues nécessaires. Ces deux organes, dont l'un est libre, et dont l'autre serait inter-gouvernemental, seront, en réalité, absolument indépendants l'un de l'autre. Mais, naturellement, l'Office, organe de réalisation matérielle, aura tout intérêt à utiliser les indications fournies par l'Institut.

IV

Il importe de faciliter, dès à présent, le travail futur de l'Office international, c'est-à-dire de lui préparer la besogne, si l'on veut nous passer cette expression. Aussi est-il à désirer que, sans tarder, toutes les bibliographies qui seront publiées, tous les catalogues qui seront édités adoptent la classification décimale.

Il n'y a pas de difficulté réelle, à proprement parler, car, au besoin, si l'on ne veut changer l'ordre dans lequel figurent les ouvrages, il suffit de mettre en face de l'indication de chacun d'eux le nombre correspondant de la classification décimale, ce qui est facile par l'emploi du dictionnaire spécial dont nous avons parlé : il y a là seulement une légère perte de temps pour la recherche de ce nombre. Il est vrai que le dictionnaire, actuellement, existe seulement en anglais; mais, par les soins de l'Institut international de Bibliographie, des éditions en français, en allemand et en italien paraîtront successivement.

Il serait même intéressant que le nombre de la classification figurât sur le titre de l'ouvrage même. Il y a là une habitude qu'il paraît facile d'adopter, mais il serait bon qu'il y eût quelque uniformité dans la manière dont ce symbole numérique serait présenté, sur sa place, etc. Il semble que cette question pourrait être mise à l'ordre du jour du prochain Congrès de l'Institut international de Bibliographie.

Comme nous l'avons dit, le Répertoire universel de Bibliographie devra contenir aussi l'indication de tous les articles de revue : il convient donc de prendre dès à présent pour ceux-ci la même règle que pour les ouvrages : il faut que, dans les tables ou les sommaires des journaux ou des revues, l'indication de chaque article comprenne le symbole correspondant de la classification décimale; mieux encore, il faut que ce symbole figure dans le titre même de chaque article. Il n'y a à cela aucune difficulté : le *Bulletin* de la Société mathématique de France et les *Comptes Rendus* de l'Association française pour l'Avancement des Sciences insèrent, pour chaque article, le symbole de la classification adoptée par les mathématiciens et, sans doute, dès cette année la dernière publication donnera, pour chaque article, le symbole de la classification Dewey [1]. Nous croyons savoir également que, dans les fiches de la *Bibliographie scientifique* qu'il a fondée et qu'il dirige, M. le Dr Marcel Baudouin donnera également cette indication.

Nous espérons que ces exemples seront suivis et que la plupart des journaux scientifiques, reconnaissant l'importance de cette disposition, consentiront à l'adopter, malgré la petite complication qu'elle entraîne.

V

Abordant le côté absolument pratique, nous ne voyons aucune difficulté à ce que l'auteur d'un livre indique le symbole numérique correspondant au sujet qu'il a traité : il pourra toujours avoir la possibilité de se renseigner pendant qu'il écrira le manuscrit ou pendant qu'il s'occupera de l'impression.

Mais il n'en sera pas toujours ainsi dans le cas d'articles de journaux ou de revues. Ces articles, dont souvent l'actualité est un élément essentiel, sont fréquemment écrits au courant de la plume et l'auteur peut n'avoir ni le temps ni même la possibilité de faire les recherches nécessaires pour déterminer le symbole numérique correspondant au sujet qu'il traite. Dans ce cas, ce sera le secrétaire de la rédaction qui aura à faire cette détermination, si le symbole est placé en regard du titre de l'article; ce sera la personne chargée de la confection de la table, si les symboles numériques figurent seulement dans celle-ci.

Dans ces conditions, des erreurs sont à craindre, car souvent la personne qui aura à déterminer le symbole n'aura aucune compétence relativement au sujet traité; lors même qu'elle sera compétente, il arrivera fréquemment qu'elle n'aura pas le temps de lire l'article ou le mémoire et qu'elle devra se décider d'après le titre seul. Que d'erreurs n'en résultera-t-il pas! car nombre de titres sont mal

[1] Cette disposition serait certainement adoptée si l'impression n'était déjà commencée; on peut espérer cependant qu'elle pourra figurer, sinon en face de chaque article, au moins à la table des matières.

choisis, sont trop longs, ne mettent pas nettement en évidence le sujet traité effectivement.

Ce qu'il faudrait, c'est que l'auteur ait constitué le titre de son article ou de son mémoire de manière que les points essentiels ressortissent immédiatement; dès lors, la détermination du symbole se ferait sans erreur possible, en recourant au dictionnaire de référence dont nous avons signalé l'existence et l'emploi.

Au congrès tenu à Bordeaux par l'Association française pour l'Avancement des Sciences, cette question avait été traitée, après qu'une commission spéciale eût fait un Rapport qui servit de base à la discussion. Le but à atteindre n'était pas de préparer le travail du Répertoire de Bibliographie universelle, la question avait été jugée trop vaste pour un congrès national et n'avait pas été posée. Mais le procédé recommandé au congrès de Bordeaux donne précisément une solution à la difficulté que nous indiquions tout à l'heure.

Nous n'insisterons pas sur la première proposition adoptée à Bordeaux, quoiqu'elle corresponde à une réforme nécessaire. Dans cette proposition, le congrès de Bordeaux recommandait de simplifier les titres, en supprimant les mots vagues et généraux, et de les préciser en indiquant le plus brièvement possible le sujet traité. Ce sont là des remarques générales dont l'utilité est incontestable.

C'est surtout la seconde proposition qui doit nous intéresser ici : le congrès de Bordeaux demandait que, à l'avenir, dans tous les titres d'articles ou de mémoires, le mot important, celui qui représente le sujet essentiel, soit indiqué par un signe spécial dans le texte imprimé. Après discussion, il a été reconnu que le procédé le plus simple consiste à souligner par un trait ce mot essentiel; c'est une petite complication au point de vue de l'impression, mais ce n'est pas une difficulté. Il va sans dire que c'est l'auteur lui-même qui, sur son manuscrit, indique le mot qui doit être souligné; nul mieux que lui ne peut savoir à quel point de vue il s'est placé dans son travail et quel est le mot qui caractérise le mieux ce point de vue.

Dans ces conditions, la détermination du symbole numérique devient presque mécanique; elle n'exige aucune connaissance spéciale, elle se fait simplement par une recherche dans le dictionnaire de référence.

Comme il est possible que le travail corresponde à plusieurs idées, il va sans dire que plusieurs mots peuvent être soulignés, ce qui montre immédiatement que plusieurs symboles doivent être appliqués à ce travail.

Le Congrès de Bordeaux est même alle plus loin; il a admis que, parmi plusieurs mots signalés, il pouvait s'en trouver qui n'avaient pas la même importance. Aussi a-t-il recommandé la disposition suivante :

Dans le titre imprimé d'un travail le mot (ou les mots) qui caractérise le point essentiel doit être souligné dans toute sa longueur; s'il y a un mot ou des mots) caractérisant un point important, mais moins essentiel que le précédent, il doit être souligné dans la moitié de sa longueur; enfin si même il est un mot (ou des mots) caractérisant un point moins important encore, mais qui mérite cependant d'être signalé, il sera indiqué par un point placé au-dessous.

Comme nous l'avons dit, ces dispositions, recommandées aux savants par le Congrès de Bordeaux, sont de nature à faciliter la confection du Répertoire bibliographique universel en ce qui concerne les publications périodiques. Aussi la Conférence Bibliographique de Bruxelles a-t-elle formulé le vœu suivant :

La Conférence émet le vœu que les propositions adoptées par le Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, réuni à Bordeaux en août 1895, *relativement aux indications à fournir par les auteurs pour les titres des travaux scientifiques, soient adoptées d'une manière générale.*

Nous avons dû laisser de côté un certain nombre de questions de détails : on peut voir cependant que la Conférence Bibliographique de Bruxelles a posé les bases d'une œuvre dont l'importance est absolument capitale et a indiqué les principes qui devaient la régir. Cette œuvre sera-t-elle réalisée? et quand? c'est ce que nul ne peut prévoir; cette réalisation dépend d'une entente internationale, non des savants et des écrivains, ce qui ne serait peut-être pas facile, mais des gouvernements, ce qui est moins facile encore et ce qui sera long très probablement. Mais il faut espérer que cette entente se fera.

En tous cas, il importe à tous ceux qui écrivent de faciliter le travail qui incombera à l'Office de Bibliographie lorsqu'il sera créé, et pour cela il suffit d'adopter et d'appliquer les dispositions qui sont recommandées par la Conférence Bibliographique de Bruxelles. C'est dans le but principalement d'obtenir une adhésion effective à ces propositions que nous avons cru devoir résumer les travaux de cette Conférence.

Il serait injuste de ne pas signaler les noms des personnes qui ont provoqué en Europe le mouvement d'opinion qui s'est traduit par la réunion de la Conférence Bibliographique de Bruxelles : les noms de MM. Lafontaine et Otlet, de Bruxelles, qui, forts de leur expérience acquise en constituant le

Répertoire bibliographique de Sociologie, ont défendu devant la Conférence les idées qui ont prévalu, et celui de M. le chevalier Descamps, de Louvain, qui a présidé les débats avec compétence, tact et fermeté.

Ajoutons que le bureau de l'Institut international de Statistique qui vient d'être fondé est composé de MM. Descamps, Lafontaine et Otlet, à qui il conviendra de s'adresser pour toutes les questions relatives soit à l'Institut même, soit au Congrès qui se tiendra à Bruxelles en 1896 [1].

C. M. Gariel,
de l'Académie de Médecine,
Professeur de Physique
à la Faculté de Médecine de Paris.

ÉTAT ACTUEL
DE L'INDUSTRIE DE L'ACIDE SULFURIQUE
EN FRANCE [1]

La fabrication de l'acide sulfurique, dont la production industrielle remonte à peine à la fin du siècle dernier, n'avait à ses débuts qu'un intérêt médiocre. Elle répondait seulement aux besoins des indienneurs anglais ou normands.

Aussi est-ce en Angleterre d'abord, puis à Rouen que cette fabrication prit, au début de notre siècle, un caractère semi-industriel. Mais, si les premiers appareils montés sur le continent furent établis par les fils des producteurs anglais, c'est à des industriels et à des savants français que nous devons les premières améliorations réalisées, et c'est à des savants allemands et français que nous sommes redevables des derniers perfectionnements et des théories exactes qui ont permis de réaliser, dans le cours de ces dernières années, de remarquables améliorations.

L'acide sulfurique est produit d'une façon courante par l'oxydation du soufre. Ce n'est pas le lieu ici de rappeler comment on obtenait cette oxydation complète, il y a quelque cinquante ans, en partant du soufre natif. C'est à peine, en effet, si le soufre des terrains volcaniques ou des solfatares est utilisé aujourd'hui pour ce travail.

Les gaz provenant de la régénération des marcs de soude sont quelquefois utilisés, soit qu'on emploie le procédé Schaffner et Helbig, comme dans quelques usines du Midi, où l'on trouve moyen d'utiliser ainsi et les marcs de soude et les dernières eaux-mères des marais salants, soit qu'on recoure, comme chez MM. Chance à Oldbury, à la réaction de l'acide carbonique sur le monosulfure de calcium pour obtenir de l'hydrogène sulfuré, que l'on brûle dans les fours Claus afin de le transformer en acide sulfureux.

Mais la production d'acide sulfureux ayant cette origine est très limitée. Dans l'état actuel de l'industrie chimique, en présence des progrès constants du procédé dit *de la soude par l'ammoniaque*, et des craintes que ne cesse de causer l'emploi de l'électro-chimie, peu de grands industriels ont osé se lancer dans la voie de l'utilisation du soufre résiduaire.

La plus grande partie de l'acide sulfurique obtenu dans les pays industriels est tirée des sulfures métalliques. C'est à des Français, les frères Perret, de Lyon, et à leur beau-frère, M. Olivier, d'Avignon, que nous sommes redevables de ce grand progrès.

Mais toute médaille a un revers : nous avons pu, il est vrai, longtemps vivre en France aux dépens des admirables gisements de la vallée du Rhône. Ces gisements ont fait la fortune des importantes sociétés qui en étaient propriétaires et qui, par le fait même, monopolisaient en quelque sorte la fabrication de l'acide sulfurique et des divers produits alcalins et décolorants qu'avaient montré à fabriquer nos compatriotes Le Blanc et Berthollet.

Il y a quelque vingt ans, la situation industrielle s'est modifiée : aux pyrites recueillies sur notre territoire, on est venu opposer les pyrites étrangères, surtout celles d'Espagne et de Portugal, les unes cuivreuses, les autres purement ferrugineuses, et, lorsque la fabrication des superphosphates eut pris en France, tardivement il est vrai, l'essor

---

[1] A la fabrication de l'acide sulfurique se trouve aujourd'hui réunie, dans beaucoup d'usines, la fabrication des *Superphosphates*. Cette industrie, si importante pour le développement de notre agriculture, sera, dans la *Revue*, l'objet d'une monographie spéciale. (*N. de la Dir.*)

[1] La question paraît devoir marcher plus rapidement qu'il n'était possible de l'espérer : pendant la composition de cet article, il a paru dans le *Moniteur* (belge) du 17 septembre un arrêté royal qui prend acte des vœux de la Conférence Internationale de Bibliographie et qui institue, à Bruxelles, un Office international de Bibliographie, sur le mode de fonctionnement duquel nous ne sommes pas encore renseigné complètement.

auquel elle avait droit, les fabricants d'engrais de quelque importance ne tardèrent pas à se dégager du tribut qu'ils payaient aux fabricants d'acide sulfurique, de consommateurs d'acide sulfurique devinrent producteurs et s'adressèrent les uns aux mines françaises, les autres aux mines de pyrites étrangères. La concurrence fit baisser rapidement le prix de l'acide sulfurique commercial, et de là naquirent nombre d'études et de perfectionnements que nous passerons plus loin en revue.

Mais, sur ce changement économique, dû à la vulgarisation d'une industrie éminemment utile, est venu se greffer un perfectionnement métallurgique qui peut causer, dans notre France, des perturbations considérables.

Nous ne possédons sur notre territoire que la pyrite de fer; comme il a été dit plus haut, nous avons importé des pyrites cuivreuses permettant de diminuer, par la mise en valeur du cuivre, les frais de production de l'acide sulfurique.

Pendant longtemps, les gisements si importants de blende (sulfure de zinc) qui existent en Belgique et en Westphalie étaient les uns négligés, les autres uniquement exploités au point de vue métallurgique : dans ce dernier cas, on grillait tant bien que mal le minerai, on employait l'acide sulfureux suffisamment concentré à la fabrication de l'acide sulfurique, puis on achevait l'oxydation dans des fours à moufle spéciaux, où le restant du soufre était brûlé, mais donnait des gaz trop pauvres pour pouvoir être utilisés. Ces gaz étaient donc lâchés dans l'atmosphère.

L'épuisement des mines de calamine (hydrosilicate de zinc) de Belgique d'une part, et, d'autre part, l'invention de fours de grillage plus parfaits causent actuellement, chez nos voisins et dans le nord de la France, une révolution industrielle importante : à l'heure présente, presque toutes les blendes sont grillées en tête d'appareils à acide sulfurique, puis traitées par le métallurgiste, si bien que déjà l'acide sulfurique belge, — pour lequel le prix du soufre est presque nul, tandis que le soufre forme environ les 5/9 du prix de fabrication de l'acide sulfurique français, — commence à arriver jusqu'à Paris et inonde naturellement le nord de la France.

Nous pouvons donc prévoir que, dans un avenir assez rapproché, nous cesserons d'assister à ce paradoxe industriel consistant à faire venir aux portes de Paris des pyrites de la vallée du Rhône, d'Espagne ou de Portugal d'une part, des phosphates de l'Auxois ou de la vallée de la Somme d'autre part, pour réexpédier dans l'Est ou dans le Nord les superphosphates fabriqués dans notre banlieue.

Cette question préoccupe naturellement déjà les industriels prévoyants, et les a amenés à perfectionner leurs appareils et la marche de leurs usines, de façon à économiser à la fois sur les dépenses de matières premières et sur les frais de premier établissement.

Passons donc en revue les organes actuels d'une fabrique d'acide sulfurique et voyons comment les progrès de la Chimie industrielle ont permis d'y réaliser un surcroît de production avec une diminution des pertes longtemps réputées inévitables.

I. — Fabrication de l'acide étendu.

Le minerai est grillé dans des cuves ou des fours à étages, soit simples, soit à moufle, suivant les difficultés qu'il oppose à sa transformation en oxyde. Les minerais de fer ou de cuivre en fragments cohérents sont encore souvent grillés dans les fours à cuve peu profonde, dits fours anglais; les minerais complexes du Harz le sont dans des fours à cuve profonde du type Kiln; mais, le plus souvent, les pyrites dont on veut assurer un grillage parfait, ou qui se délitent au feu, ou qui sont naturellement en poussière, sont travaillées à la main dans les fours à dalle. De ces fours nous dirons peu de chose : car leur description se trouve maintenant dans tous les livres; nous nous contenterons de relater que, par l'observation attentive des phénomènes calorifiques, on est arrivé à régler l'écartement des dalles de façon à obtenir, dans le bas, une oxydation plus parfaite et une destruction plus complète du sulfate de fer, et à réaliser, dans le haut, une combustion active sans atteindre la température de fusion du monosulfure de fer. Des cloisons en briques creuses, établies entre les compartiments d'une même batterie de fours, ont permis de refroidir les étages supérieurs, tout en donnant de l'air très chaud sur les étages du bas.

Aux fours simples à étages, parfaitement convenables pour le grillage de pyrites ferrugineuses ou cuivreuses, on a substitué des fours à étages plus compliqués, à doubles dalles chauffées comme un moufle pour le traitement des blendes. Tantôt les moufles existent à chaque étage, tantôt on se contente de les établir à la base du four pour détruire le sulfate de zinc.

Tous ces fours sont à travail manuel. Toutefois, les Américains paraissent avoir résolu la question du travail mécanique, et Frash semble avoir parfaitement réussi dans cette voie en modifiant l'ancien four Mac Dougal par l'application d'une circulation d'eau dans l'arbre et les bras.

Le four Frash, complété par des brûleurs à pétrole, permet, d'après M. Lunge, de griller les minerais réfractaires.

A la suite des fours viennent des chambres à poussière ; puis nous trouvons la tour dénitrante et concentrante de Glover, dont l'usage ne s'est répandu sur le continent que depuis 1871. De nombreuses discussions ont eu lieu à cette époque pour et contre la vulgarisation de cet organe. La pratique a rapidement donné tort à ses détracteurs, et il n'y a plus d'usine à acide sulfurique un peu importante sans tour de Glover. Mais celle-ci a changé de rôle à mesure que la production est devenue plus intensive. Au début, elle jouait un rôle considérable comme appareil de concentration et recevait une fraction très notable de l'acide étendu produit dans les chambres de plomb. A présent, on tend à en faire surtout un appareil de réfrigération et de fabrication, tout en lui laissant son rôle primitif d'appareil dénitrant. Pour cela, on a une tendance à augmenter ses dimensions transversales, et nous connaissons, aux portes de Paris, des tours de Glover ayant en plan 3 mètres sur 7, et alimentées par des doses formidables d'acide sulfurique nitreux concentré à 60° Baumé. Ces tours énormes correspondent à des capacités relativement faibles de chambres : 4.500 mètres environ.

Comme l'auteur du présent article l'a expliqué, on ne doit pas exagérer la hauteur de la tour de Glover en même temps qu'on en augmente la section. Une hauteur totale de 8 mètres, correspondant à une hauteur utile de $5^{m},50$, est largement suffisante.

La tour de Glover recevant des acides de plus en plus concentrés, les chambres sont de moins en moins alimentées de vapeur d'eau en tête, ce qui a donné un résultat pratique favorable, conformément aux nouvelles théories.

On a été amené à supprimer les injections massives de vapeur d'eau en tête de la première chambre et à refroidir l'atmosphère intérieure surchauffée par la production intensive d'acide sulfurique, en fournissant l'eau nécessaire non plus sous forme de vapeur, mais à l'état liquide.

Les tentatives dans ce sens sont déjà anciennes, mais elles étaient infructueuses, parce qu'on recourait à un procédé mixte consistant à pulvériser l'eau par un jet de vapeur, si bien qu'à moins d'employer de l'eau très pure, on voyait bientôt la buse se boucher, et les appareils étaient constamment dérangés. On recourt maintenant à la pulvérisation d'eau filtrée sous sa propre pression, soit en injectant directement l'eau par un tube étroit en platine sous une charge de 3 à 4 kilogrammes et la forçant à se diviser par son choc sur un petit disque de platine, soit en l'obligeant à prendre, sous la même charge, un mouvement gyratoire violent dans un petit tube conique à axe horizontal, où l'on a disposé concentriquement une pièce portant en saillie une hélice conique à pas très court. Le premier dispositif est adopté par MM. Schnorff à Uetikon (Suisse) ; le second a été proposé par M. Benker. On ne peut pas juger de l'efficacité de ce procédé, comme l'a cru M. Lunge, en étudiant l'abaissement de température de la chambre, mais en voyant s'il facilite les réactions. De ce côté le succès paraît complet dans les appareils à marche intensive ; nous devons, en effet, abandonner les antiques règles pratiques fixant la température maxima à adopter dans les chambres pour leur bonne marche, depuis que les travaux de l'auteur de cet article ont établi que l'oxydation de l'acide sulfureux est une fonction des différences de température à l'intérieur et à la paroi, et non de la température absolue d'un point de la section transversale de la chambre [1].

Pour réaliser les conditions favorables à une oxydation rapide de l'acide sulfureux, c'est-à-dire la possibilité de la production de sulfate de nitrosyle à l'intérieur des chambres (au moins en tête de l'appareil) et d'hydratation de ce sulfate de nitrosyle se détruisant sous l'action de l'acide sulfureux, on a dû s'astreindre à créer un roulement nitreux de plus en plus considérable d'un bout à l'autre des chambres de plomb. Mais le fabricant, sans cesse talonné par l'obligation de faire des économies, a réalisé ce roulement non pas en augmentant la consommation d'acide nitrique ou de nitrate de soude (cette consommation tend au contraire à diminuer notablement), mais en activant de plus en plus la circulation des acides entre les appareils de Gay-Lussac, chargés de récupérer les produits nitreux, et l'appareil de Glover, chargé de les restituer.

Aussi, le volume des appareils de Gay-Lussac, ou, pour parler plus rigoureusement, la surface utile de ces appareils a-t-elle crû en même temps que l'on faisait augmenter le rôle de la tour de Glover. Les petites tourelles garnies de coke des anciens appareils ont disparu et sont remplacées par des appareils gigantesques. Au coke capable, comme l'a montré M. Lunge, de réduire une partie de l'acide nitreux, on a d'abord substitué la brique de silice ou de grès vitrifié ; puis, sont venues les colonnes à plateaux de Lunge-Rohrmann, d'une part, les cylindres cannelés de M. Devorex, d'autre part. Dans le type Lunge-Rohrmann, les gaz sont forcés de traverser des cloisons horizontales de grès perforées, tandis que le liquide absorbant (acide à 60°-62° Baumé) circule en sens contraire en léchant les parois des tubes ménagés à travers les plaques. Il est toutefois à craindre qu'on crée ainsi des résistances considérables au passage du gaz. Dans le

[1] Voyez à ce sujet la *Revue générale des Sciences* du 15 juin 1893.

système Devorex, perfectionnement de certaines douches employées à l'importante usine d'Aussig, on fait circuler les gaz à travers des empilages de cylindres verticaux en grès vernissé, dont la surface cannelée ralentit la chute de l'acide concentré servant de dissolvant, et facilite ainsi l'absorption.

D'autre part, les expériences presque simultanées de MM. Lunge et Sorel, faites sur des appareils dont la production par mètre cube était très différente, ont établi l'existence d'espaces morts dans ces appareils, et montré, par suite, qu'on devait modifier les dispositions empiriques adoptées, si l'on voulait obtenir d'un cube donné le maximum de production. La théorie de M. Sorel [1] rend compte de cet accident et montre que l'arrêt de fabrication est dû à une température exagérée en queue de chaque compartiment de l'appareil : si l'on fait intervenir une cause de refroidissement, comme la séparation de deux compartiments par un couloir ou la circulation des gaz par un tuyau, de suite on voit l'oxydation de l'acide sulfureux reprendre une nouvelle intensité. On doit donc, d'après l'auteur, revenir au système de nombreux compartiments, autrefois adopté, mais adopté pour des raisons qui n'existent plus aujourd'hui. En Europe, il y a peu de systèmes de chambres où l'on ait tenu compte de ce point. Il paraît qu'il en est autrement en Amérique. M. Lunge cite même [2], dans la relation de sa visite à l'Exposition de Chicago, un système de douze petites chambres, longues de $8^{m}20$, dans lesquelles on travaille très bien, avec un cube très petit et une consommation très faible de nitrate, ce qui corrobore notre théorie. Mais cette disposition ne nous paraît pas absolument recommandable, au moins en ce qui concerne les chambres de tête. Si, en effet, on ne travaille pas avec les fours mécaniques continus dont il est question plus haut, la composition des gaz fournis par les fours à pyrites subit forcément des variations périodiques, et, comme l'apport des produits nitreux et de la vapeur d'eau est, au contraire, constant, il y a lieu de craindre une attaque du plomb des premiers tambours, par suite de la formation périodique d'acide nitrique. Nous croyons donc essentiel de conserver en tête un tambour de grande dimension où, par suite de la vitesse de diffusion des gaz, l'atmosphère puisse conserver une composition suffisamment constante.

Il paraît de beaucoup préférable de sectionner les chambres aux points où les observations concordantes de MM. Lunge et Sorel ont montré un arrêt de fabrication, et d'intercaler entre les parties restantes les tours que l'auteur de cet article a indiquées dans son *Traité de fabrication de l'acide sulfurique* en 1887.

Pour fixer les idées, au lieu de l'ancien type de chambres où le premier compartiment avait les 3/7 du cube total, et le second un peu plus des 2/7, on devrait réduire le cube du premier compartiment aux 2/3 environ, et celui du deuxième compartiment aux 3/4 des volumes indiqués ci-dessus, et substituer aux parties supprimées des tourelles.

Au sujet de l'utilité de ces tourelles, il n'y a plus de contestation; il n'en est pas de même au sujet de leur emploi. M. Lunge préconise l'emploi de tours à plateaux perforés du système Lunge-Rohrmann, uniquement arrosées avec de l'acide à 50°-52°. Dans ces tours, qui nous paraissent n'agir surtout que comme réfrigérants, et jouent déjà par ce fait un rôle très utile, — il ne doit pas pouvoir, à cause de la faible concentration de l'acide employé, se produire cette accumulation de produits nitreux préconisée par M. Sorel; il est fort probable qu'elles seraient fort économiquement remplacées par des tuyaux de communication développés et refroidis.

M. Benker a repris l'idée de l'auteur : il arrose ses tours avec de l'acide plus concentré et chargé de produits nitreux. Il recommande même de garnir intérieurement la paroi des tourelles de matériaux mauvais conducteurs de la chaleur, pour éviter tout rayonnement. Le refroidissement est donc uniquement obtenu en haut par l'apport d'acide; en bas on injecte de la vapeur d'eau, et on règle cette injection et l'apport d'acide de façon que l'acide recueilli au bas de chaque tourelle soit encore légèrement nitreux.

Que se passe-t-il dans ces conditions? En bas, sous l'action de la vapeur d'eau, l'acide est presque entièrement dénitré : il a donc cédé à l'atmosphère de l'acide nitreux, qui active énergiquement l'action de l'acide sulfureux, mais se réduit à l'état de bioxyde d'azote : en haut les gaz, en partie desséchés par la formation d'acide sulfurique hydraté, rencontrent un acide froid et suffisamment concentré pour permettre la formation de sulfate de nitrosyle, qui s'y dissout et y forme une solution stable dans les conditions de marche, dont la teneur en produits nitreux est d'autant plus grande que l'atmosphère est plus riche et le dissolvant plus froid; ce liquide, descendant, à son tour, dans les zones chaudes et humides, s'y dénitre en mettant en liberté, non seulement les produits nitreux introduits par le fabricant en haut de la tourelle, mais ceux qu'il avait fixés, et ainsi se crée vers le milieu une zone éminemment oxydante, et on reproduit identiquement les réactions chimiques qui se passent avec une intensité si remarquable dans la tour de Glover.

[1] *Revue générale des Sciences* du 15 juin 1893.
[2] *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1er mars 1894.

Ainsi appliquées, les tourelles intermédiaires ont permis de remédier à un inconvénient notable de la marche intensive. Cette marche, en effet, comme l'a montré l'auteur, quand on veut l'appliquer sur un appareil ordinaire, oblige à augmenter beaucoup le roulement nitreux dans la première chambre, et, de plus, pour permettre la réoxydation du bioxyde d'azote, à marcher dans cette première chambre à une concentration plus grande, de façon à contrebalancer l'influence d'une température forcément plus élevée. Ces deux conditions réunies font que l'acide tiré en tête de la première chambre est assez fortement nitreux; il n'en résulte qu'une légère perte pour le fabricant, mais, si celui-ci concentre son acide à 66°, il risque d'attaquer ses appareils de platine, à moins de recourir à l'emploi de doses considérables de sulfate d'ammoniaque; enfin, la moindre erreur des surveillants expose à une attaque rapide des plombs en tête de l'appareil.

En employant les tourelles, on obvie à cet inconvénient : on n'introduit dans la tour de Glover qu'une partie de l'acide nitreux récupéré dans l'appareil de Gay-Lussac, de façon que le tambour de tête, relativement petit, ait une marche légèrement sulfureuse, et on introduit le restant des produits nitreux dans les tourelles qui suivent le premier tambour.

Les industriels qui emploient ce procédé déclarent qu'ils atteignent une production plus grande par mètre cube, tout en ayant une marche plus régulière et consommant moins de nitrates.

Mais toute médaille à son revers : dans les appareils intensifs il faut, avons-nous vu, augmenter le stock des produits nitreux en roulement : or, dans le tambour de queue, ces produits, ne rencontrant que des traces d'acide sulfureux et un excès notable d'oxygène, tendent forcément à former de l'acide nitrique qui attaque le plomb, si on ne veille pas, avec un soin extrême, à maintenir partout une densité d'acide convenable à la production d'acide nitrososulfurique. De plus, les gaz sortant de ce tambour pour arriver à l'appareil de Gay-Lussac sont chargés d'acide hypoazotique, corps peu soluble dans l'acide sulfurique concentré; on laisse donc échapper dans l'atmosphère des produits nitreux non récupérés, dont l'existence est accusée par un panache rouge à la sortie des appareils de tirage. On est donc exposé à une usure du matériel et obligé de subir une perte de produits nitreux.

Ces inconvénients paraissent supprimés dans une importante usine de Saint-Denis, grâce à une modification apportée au procédé déjà ancien de MM. Lasne et Benker, par ce dernier ingénieur. Dans ce procédé on injectait dans le bas de la colonne de Gay-Lussac un peu d'acide sulfureux pour réduire l'acide hypoazotique en acide azoteux soluble dans l'acide sulfurique à 60°. Mais le mélange était imparfait et le résultat précaire.

Actuellement, M. Benker utilise un petit injecteur, d'un remplacement très facile, à l'introduction d'acide sulfureux dans le tambour de queue. Cet injecteur est alimenté par un jet constant de vapeur, et on règle, au moyen d'un registre, la quantité d'acide sulfureux appelée, de façon à amener aux environs de 55° l'acide des témoins intérieurs du tambour de queue. Dans ces conditions, les produits nitreux se dissolvent à l'état d'acide nitroso-sulfurique, soit dans l'acide du tambour de queue, soit dans l'acide qui ruisselle dans la colonne de Gay-Lussac, et les gaz sont complètement décolorés à la sortie de celle-ci.

L'acide du Gay-Lussac est réparti, comme nous l'avons vu, sur le Glover et les premières tourelles, l'acide du tambour de queue sur la seconde série de tourelles.

Pour que les réactions se passent avec toute la régularité que demande une marche intensive, il faut que l'on introduise constamment des quantités normales des réactifs nécessaires; le fabricant dispose à volonté de la distribution de la vapeur d'eau et des produits nitreux : avec des fours bien construits et bien surveillés, il est sûr de fournir la quantité voulue d'acide sulfureux avec une régularité suffisante; mais, s'il compte sur le tirage naturel de l'appareil pour fournir la quantité voulue d'oxygène, il peut, par certains temps, tout au moins, éprouver de graves mécomptes : il faut, en effet, fournir aux chambres une quantité d'air telle que l'oxygène constitue au moins les quatre centièmes du volume sortant; mais, si l'on exagère cette quantité, l'allure des fours se modifie, et les gaz n'ont plus un temps convenable de séjour dans les chambres pour l'accomplissement intégral des réactions.

Aussi commence-t-on, en France, mais surtout à l'étranger, à substituer au tirage naturel l'emploi de ventilateurs mécaniques dont la caisse est plombée intérieurement et dont les palettes sont fortement goudronnées. Tantôt ces ventilateurs sont intercalés entre la tour de Glover et la première chambre (ce qui paraît être la meilleure position), tantôt on les place à la sortie du condenseur de Gay-Lussac.

On voit que la théorie, laborieusement établie, de cette importante fabrication a permis de réaliser de nombreux progrès depuis quelques années. Ces progrès ont amené un abaissement notable du prix de revient et exercé une heureuse influence sur nombre d'industries de première nécessité. Mais

nous devons nous en féliciter également au point de vue de l'hygiène : car, aucun gaz délétère ne s'échappant des appareils modernes, la fabrication de l'acide sulfurique ne cause plus aucune gêne pour le voisinage immédiat. Il est à espérer que ces appareils se répandront dans toutes les usines. Il ne restera dès lors plus qu'à souhaiter que l'application de fours mécaniques supprime le travail manuel, très pénible, des fours à pyrites.

En dehors du procédé classique plus ou moins modifié que nous venons de décrire, il y a peu de dispositifs à citer.

Les derniers ont eu pour but, comme celui de Brulfer (br. fr. 220.402), de K. Walter et E. Boeing (br. all. 71.908), de multiplier les surfaces de contact, comme dans l'appareil Hemptine. Il semble que les auteurs successifs de ces brevets se sont figuré que l'acide sulfurique ne se forme qu'autant qu'on amène les molécules gazeuses mécaniquement en contact, par une sorte de brassage. Cette opinion doit être rejetée depuis les analyses minutieuses de Lunge et de Mactear, qui montrent que, dans chaque section transversale d'une chambre, la composition de l'atmosphère est pour ainsi dire identique, et depuis la théorie de Lunge et de Sorel qui prouve que la production de l'acide sulfurique est due à des différences de température dans chaque section transversale et que les chocs mécaniques ne peuvent avoir pour résultat que de réunir sur une paroi solide l'acide déjà formé antérieurement, mais non d'aider à sa formation.

Dans un autre ordre d'idées, nous citerons les procédés de Barbier et de Staub (brev. fr. n°s 217.844 et 226.798) qui rappellent, avec quelques améliorations, le procédé bien connu de Péligot, depuis longtemps tombé dans l'oubli.

Les deux inventeurs suppriment les chambres de plomb, et les remplacent par des tourelles où se trouvent des cuvettes d'évaporation spéciales ou d'autres obstacles. Ces tourelles sont parcourues de haut en bas par le mélange d'air et d'acide sulfureux, ainsi que par un mélange d'eau et d'acide nitrique. Enfin, le courant gazeux traverse une colonne de Gay-Lussac alimentée par de l'acide à 60°, produit par la concentration des acides des tourelles sur le canal des fours.

Il est fort probable qu'on obtient dans les tourelles une réduction de l'acide nitrique et nitreux et une formation d'acide nitroso-sulfurique qui se dissout dans l'acide sulfurique formé, ou s'y décompose si l'hydratation est suffisante et la température assez élevée, et que le passage des gaz dans les tuyaux de communication détermine la production d'acide sulfurique étendu, et le refroidissement nécessaire à la reprise de la fabrication dans la tourelle suivante : toutefois, comme nous ne possédons encore sur cette question que des renseignements assez vagues, les uns publiés par M. Barbier lui-même, les autres communiqués par M. Boissieu à la Société Chimique de Paris, nous croyons qu'il faut considérer la question comme réservée. Il est à penser que la conduite de tels appareils est très délicate ; cependant, ce procédé peut rendre des services dans certains pays étrangers, où l'on ne peut faire qu'une production très restreinte, et où le prix de vente de l'acide sulfurique est si élevé que l'on n'a réellement pas à tenir compte de pertes de fabrication, qui pourraient être ruineuses en Europe.

II. — Concentration de l'acide.

Ainsi que l'indique la théorie, il est impossible d'obtenir directement dans les chambres de plomb de l'acide concentré : suivant l'allure donnée aux chambres, c'est-à-dire suivant la production par mètre cube que l'on obtient, on peut avoir de l'acide sulfurique titrant de 52° à 56° Baumé. Cet acide est parfaitement suffisant pour certaines applications, comme pour la fabrication des superphosphates, où le degré Baumé est le plus souvent fixé entre 50° et 53°. Mais la fabrication de l'acide chlorhydrique et de l'acide nitrique ordinaires demandent déjà de l'acide sulfurique à 60° B, que l'on peut, il est vrai, obtenir par l'emploi de la tour de Glover. D'autres industries exigent depuis longtemps ce que l'on appelle l'acide à 66° B., titrant ordinairement 93-94 °/₀ d'acide monohydraté. Le développement de la fabrication des matières colorantes a amené progressivement la clientèle des producteurs d'acide sulfurique à réclamer des acides de plus en plus concentrés, titrant jusqu'à 98 °/₀ d'acide monohydraté, puis des acides chargés d'anhydride, et enfin un composé cristallisé titrant jusqu'à 99,5 °/₀ d'acide anhydre.

De ce dernier nous parlerons peu : car, depuis quelques années, sa fabrication n'a guère présenté de modifications, sauf qu'on paraît renoncer à la dissociation de l'acide sulfurique, pour revenir à la production directe d'acide sulfureux pur et à sa combinaison avec l'oxygène atmosphérique, en présence d'un noir de platine plus actif, obtenu par la réduction du chlorure platinique par la formaldéhyde en solution alcaline.

Enfin, à côté de la production d'acide concentré, aux dépens de l'acide des chambres, nous avons actuellement à régénérer de grandes quantités d'acide concentré, provenant des acides plus ou moins souillés qui ont servi à la production de la nitrobenzine et des composés similaires, à la purification des pétroles, etc.

Nous ne fatiguerons pas l'attention du lecteur en rappelant les appareils de concentration dont la description se trouve dans tous les traités classiques.

Jusqu'à 60° B, on continue généralement à faire la concentration définitive dans des vases de verre, de porcelaine ou de platine.

Les appareils en verre, relativement peu coûteux, se trouvent encore dans nombre d'usines anglaises et américaines, ainsi qu'à la fabrique de Mülheim. On a, d'ailleurs, généralement supprimé les inconvénients inhérents au remplissage et à la vidange alternatifs de ces appareils, en les disposant en une batterie de concentration continue et, dans quelques usines, on évite tout coup de feu par l'emploi de brûleurs aux gaz pauvres.

Les appareils de platine ont longtemps tenu le premier rang, et, tant qu'on ne produisait que de l'acide à 93 % de monohydrate, la perte de métal précieux était relativement faible, pourvu qu'on prît la précaution de détruire les produits nitreux avant concentration.

Mais cette perte cesse d'être négligeable dès que l'on cherche à obtenir des acides très concentrés et, d'après M. Scheurer-Kestner, elle atteint 7 grammes de platine par tonne d'acide sulfurique à 98 % produite, ce qui est très considérable, étant donnée la baisse de prix des acides concentrés et l'augmentation de valeur du métal.

On a bien songé à utiliser une ancienne observation de H. Sainte-Claire Deville et à recourir à l'emploi du platine iridié, beaucoup moins attaquable; mais cet alliage est aigre et cassant, et les essais ont été abandonnés.

Dans un autre ordre d'idées, les Anglais avaient eu recours au platine doré; mais le résultat n'avait pas été satisfaisant : en effet, l'or était déposé galvaniquement, et formait plutôt un réseau qu'une couche continue, si bien que le platine sous-jacent s'attaquait peut-être même plus vite, par suite d'une action galvanique, et que la couche d'or se détachait.

La maison Herœeus, de Berlin, a tourné la difficulté en coulant directement de l'or fondu sur des barres de platine chauffées à la température de fusion de l'or, puis laminant les barres de façon que l'or eût 1/10 de millimètre d'épaisseur. On a reconnu rapidement que toutes les pièces de l'appareil devaient être ainsi protégées; mais, pour les parties qui ne sont pas en contact avec le bain d'acide, on peut réduire l'épaisseur de la couche d'or à 1/40 de millimètre. Dans ces conditions, Herœeus affirme que la consommation d'or est de vingt à quarante fois plus faible que celle du platine pendant la concentration à 98 % : ce chiffre doit être assez exact, car les appareils de ce genre se répandent assez rapidement en Allemagne et aux États-Unis.

Tous les praticiens ont remarqué que la solubilité du sulfate de fer dans l'acide sulfurique décroît très rapidement dès que l'acide titre plus de 90 % de monohydrate. Il résulte même de là une cause notable d'usure des alambics de platine.

Cette observation a été mise à profit des deux côtés de l'Atlantique pour achever dans des vases en fonte la concentration de l'acide sulfurique. Il faut toutefois que la fonte ne soit nulle part en contact avec les vapeurs condensées ou *petites eaux* qui, étant d'un degré plus faible, peuvent corroder le métal.

A Thann, M. Scheurer-Kestner a tourné la difficulté en protégeant les parties non immergées de la cuvette par un rebord intérieur en platine qui plonge dans le bain acide, et conservant un couvercle en platine.

Dans quelques usines des États-Unis, on a adopté une solution encore plus radicale. Tout l'alambic est en fonte, mais on empêche la condensation des vapeurs, soit en faisant lécher le couvercle par les gaz de la combustion, soit en le recouvrant d'une couche isolante d'amiante. Quelques appareils sont construits de façon à assurer une circulation méthodique et continue de l'acide, ce qui diminue ou plutôt localise l'attaque du métal.

Ainsi que nous l'avons vu, la fonte ne peut être employée qu'au contact d'acide déjà très concentré : aussi l'opération est-elle scindée en trois. On commence par concentrer l'acide, comme d'habitude, dans des cuvettes en plomb, jusqu'à ce qu'il marque de 60° à 62° B : ces cuvettes, suivant l'usage auquel on destine l'acide, sont chauffées par le dessous ou par la surface : de là, l'acide passe dans un ou deux alambics en platine où il arrive à 64°-65° B, et il est conduit enfin dans les chaudières de fonte.

Ces chaudières durent généralement plusieurs mois; mais leur surface se recouvre peu à peu, surtout vers l'entrée, de croûtes très dures de sulfate ferrique qui gênent la transmission de la chaleur, et pourraient amener la rupture du métal, si on ne les enlevait de temps en temps.

On obtient ainsi un acide très pur : car il ne contient guère que 10 grammes de fer dans 100 kilogrammes d'acide à 97-98 %. D'autre part la consommation de combustible est très faible, puisque M. Lunge a vu un appareil composé d'une chaudière en fonte et de deux chaudières en platine produisant 10.000 kilos par jour d'acide à 66° B, qui ne consommait que 7 k. 5 d'huile minérale pour 100 kilos d'acide.

Ce dispositif se prête bien à la concentration d'acides souillés de fer et, paraît-il, d'acides conte-

nant des produits nitreux; mais la fonte s'attaque généralement quand on veut y traiter les acides goudronneux provenant de la purification des huiles minérales.

L'appareil Négrier à cuvettes hémisphériques en porcelaine spéciale, disposées en cascades, se prête, au contraire, à ce travail aussi bien qu'à la concentration de l'acide ordinaire. On a reproché au début à ce type d'appareils une rupture trop fréquente des cuvettes inférieures; mais on a remédié à cet inconvénient en remplaçant le foyer unique primitif par trois petits foyers que l'on charge toutes les heures avec un poids connu de combustible. L'appareil Négrier est d'un bon usage quand on a soin de faire la garniture de sa chambre de vapeurs en lames de laves. Il permet même de traiter les acides provenant des fabriques de nitrobenzine et de récupérer une grande partie de ce produit; mais, sous sa forme actuelle, il devient très encombrant dès qu'on a en vue une production considérable.

A côté de ces appareils basés sur la distillation de l'acide sulfurique soit à sa température d'ébullition, soit à une température voisine (ce qui limite beaucoup le choix des matériaux formant l'alambic), il convient de citer les appareils où l'on utilise simplement la tension de vapeur, et où l'on fait l'évaporation et la concentration à température plus basse.

De Hemptine et Kessler avaient essayé autrefois la concentration dans le vide: l'idée était très juste, mais avait dû être abandonnée par suite de nombreuses difficultés pratiques.

Gossage avait tenté de concentrer l'acide dans une véritable tour de Glover, chauffée par les gaz d'un four à soufre: il arriva malheureusement au moment où les fours à soufre disparaissaient devant les fours à pyrites, et la quantité de poussières ferrugineuses entraînées par les gaz de ces derniers fours fit abandonner les recherches dans ce sens. Toutefois, dans les usines où l'on brûle de l'hydrogène sulfuré, on paraît revenir à l'étude de ce procédé de concentration. C'est le but des expériences de M. Falding. Il intercale, entre les brûleurs et la tour habituelle de Glover, une seconde tour de même construction, mais plus petite, qui est parcourue de haut en bas par l'acide dénitré et concentré à 60°, de bas en haut par les gaz des brûleurs.

L'emploi de la chaleur du four ayant été provisoirement abandonné, on chercha à faire la concentration à température relativement basse et dans des tours formées de matériaux réfractaires de peu de valeur: chose étonnante, il n'y eut pas d'essais faits avec une tour de Glover. Nobel tenta de faire circuler l'acide sur des plateaux de porcelaine disposés en cascade dans une tourelle traversée par des gaz chauds: sans doute, les surfaces de contact étaient insuffisantes et les passages de gaz trop grands: l'appareil fut abandonné.

Le principe était cependant juste, comme en témoigne le succès confirmé des appareils de MM. Faure et Kessler. Les gaz chauds, produits dans un énorme gazogène, n'y peuvent prendre une vitesse ascensionnelle suffisante pour entraîner les cendres: ils pénètrent à une température voisine de 300° degrés dans l'appareil de concentration; là, ils sont forcés de passer en lame mince à la surface de l'acide, l'échauffent à 160° et le déshydratent en se chargeant du mélange de vapeur d'eau et d'acide sulfurique correspondant à cette température; puis ils s'élèvent dans une sorte de colonne de distillation continue, analogue aux colonnes distillatoires pour l'alcool, mais qui en diffère en ce que les gaz ne barbotent pas dans les liquides des divers compartiments; ils ne font que lécher ces liquides en lames minces. Rencontrant de compartiment en compartiment un acide de plus en plus froid et étendu, ils laissent condenser les vapeurs sulfuriques et ne conservent que de la vapeur d'eau et des traces d'acide sulfurique entraînées mécaniquement (on sait, en effet, qu'on peut faire bouillir de l'acide sulfurique à 50° sans qu'il distille d'acide sulfurique). L'acide entraîné est retenu par frottement sur des particules de ponce, et retourne à l'appareil, tandis que les gaz chauds s'échappent saturés de vapeur d'eau.

Ce dispositif permet de supprimer les anciennes chaudières de plomb et les vases de platine et se prête bien à la concentration à 66° de l'acide ordinaire, ainsi qu'à celle des résidus de fabrication de la nitro-benzine et de la nitro-glycérine.

Il paraît d'ailleurs économique au point de vue de la consommation de combustible.

E. Sorel,
Ancien Ingénieur des Manufactures de l'État.
Ancien Directeur aux Usines de Saint-Gobain,
Professeur suppléant
au Conservatoire des Arts et Métiers.

REVUE ANNUELLE D'ANATOMIE

J'adopterai, comme l'an dernier, la division en chapitres affectés chacun à l'un des grands systèmes organiques : système squelettique ou de soutien; système nerveux; système de nutrition, etc. Chacun de ces chapitres sera subdivisé lui-même, si cela est nécessaire, en plusieurs alinéas, afin de séparer les Vertébrés des autres embranchements. J'avais songé un instant à grouper également les travaux dont j'ai à parler, suivant qu'ils sont plus spécialement d'ordre embryologique, histologique ou d'anatomie descriptive; mais, en vérité, l'Embryologie et l'Histologie sont des branches de l'Anatomie qu'on ne saurait séparer l'une de l'autre, non plus que distraire de la description des organes adultes, et, le plus souvent, un mémoire d'embryologie renferme des données histologiques ou d'anatomie topographique d'un réel intérêt, tant ces sciences tendent à se réunir parce qu'elles se complètent. Aussi, ai-je rejeté finalement l'idée d'une division dans ce sens, pour m'en tenir à celle que je viens d'indiquer. Je n'ai pas besoin de dire que je n'ai pas la prétention de donner même un tableau succinct des nombreuses recherches qui ont été entreprises, et dont les résultats ont été publiés. Je me suis surtout attaché à résumer les questions qui semblent à l'ordre du jour, et dont j'avais eu déjà à m'occuper l'an dernier, et à choisir, parmi les autres, celles qui m'ont paru avoir une portée plus grande ou contenir une solution définitive.

I. — Système squelettique

Nous avons peu de choses à noter à propos du squelette.

Vertébrés. — Chez les Vertébrés un travail de Gaupp [1], qui continue ses recherches sur la morphologie du crâne par une étude du squelette hyo-branchial des Anoures et de ses transformations. On sait, en effet, que, chez les larves des grenouilles, l'appareil hyo-branchial offre une complication particulière en relation avec l'existence de branchies, tandis qu'à l'état adulte la grenouille n'a plus de branchies, mais des poumons; partant un système hyoïdien bien différent. L'auteur a suivi avec soin les métamorphoses de l'appareil hyo-branchial. Il voit dans les processus latéraux de la large plaque de cartilage calcifié qui représente le corps de l'hyoïde chez l'adulte, des formations secondaires, apparaissant tardivement et non pas, comme on l'admet, les restes des arcs branchiaux larvaires presque totalement disparus. Ces restes ne seraient représentés que par les processus thyroïdiens et postéro-médians de la plaque hyoïdienne en question.

Un autre mémoire, sur des régions du squelette voisines de la précédente, est celui de Pollard [1] qui reprend le problème de l'homologation du suspensorium chez les Poissons et les Amphibiens. Partant de cette observation que Huxley en 1858 (*Croonian Lectures*) homologuait l'appareil suspenseur (*suspensorium*) de la mâchoire inférieure des Poissons à l'arc de la mâchoire supérieure du têtard, tandis qu'en 1876 (*Proced. Zool. Soc.*) le même anatomiste arrivait, en comparant le crâne du *Ceratodus* (poisson dipnéen) avec celui des autres Vertébrés, à séparer les Amphibiens et les Dipnéens, sous le nom « d'*autostylic* », des poissons Téléostéens et Élasmobranches (squales et raies), considérés comme « *hyostylic* », conclusion qui est en opposition avec ses premières vues, Pollard s'est proposé de rechercher laquelle de ces deux opinions est la plus probable, d'établir si le suspensorium des Téléostéens est homologue de celui des Élasmobranches, et enfin, de voir si ces deux derniers groupes peuvent être réunis sous la rubrique « *hyostylic* ». Sans entrer dans les détails, ce qui nous entraînerait trop loin, rappelons que le suspensorium des Téléostéens est constitué par une chaîne d'os (hyomandibulaire, symplectique et os carré), dont l'une des extrémités est articulée avec le crâne et l'autre avec la mandibule. Chez les Élasmobranches, tout cet appareil est fort réduit, et chez quelques-uns (*Notidanus Heptanchus*), la mandibule cartilagineuse s'attache directement à la pièce cartilagineuse unique qui porte les dents et qu'on désigne sous le nom de palato-carré. Dans ce cas, fait observer Pollard, il faut rechercher la région homologue de l'hyomandibulaire des Téléostéens dans la portion articulaire du palato-carré, c'est-à-dire dans la partie proximale du crâne. Mais, chez les raies, il y a un degré de complication : il existe une pièce distincte qui unit la mandibule au crâne et on l'homologue ordinairement à l'hyomandibulaire des Téléostéens. Pollard pense que cette homologation n'est pas justifiée, et que le soi-disant hyomandibulaire des Élasmobranches est en réalité le stylhyal.

L'homologie entre le soi-disant hyomandibulaire des Élasmobranches et celui des Téléostéens ne

[1] E. Gaupp. — I. *Beiträge zur Morphologie des Schädels.* — II. *Das Hyo Branchial-Skelets der Anuren und seine Umwandlung.* — *Morphol. Arbeit. Schwalbe* 3 *Bd.* 3 *Hft.*

[1] Dr H. B. Pollard. — *The suspension of the Jaws in Fishes.* — *Anat. Anz.* t. X, 1894, no 1, p. 17.

saurait être admise, ajoute-t-il, car, d'une part, l'articulation au crâne des pièces considérées à tort comme homologues ne se fait pas au même point; d'autre part, leurs rapports avec les muscles et les nerfs sont tout différents. Dans ce cas le groupement proposé par Huxley ne saurait être admis. Chez les Élasmobranches, le suspensorium est constitué par le stylhyal : Pollard en fait le groupe « *hyostylic* ». Chez les Téléostéens et l'esturgeon, d'une part, chez les Amphibiens, le Ceratodus et la Chimère, d'autre part, le suspensorium est constitué par l'hyomandibulaire : l'auteur les groupe sous les noms respectifs de « *métautostylica* » et « *autostylica* ».

Invertébrés. — J'ai eu l'occasion, l'année dernière, de dire deux mots des recherches de Schimkéwitsch sur l'*endosternite* des Arachnides. C'est une pièce solide qui forme, pour la plus grande part, le squelette interne chez un grand nombre d'Arachnides. Or, parmi celles-ci, il existe un groupe, celui des Galéodes, qui, par certains caractères anatomiques, semble établir une transition entre les Insectes et les Arachnides. En particulier, les Galéodes n'ont point d'endosternite, mais des apodèmes qu'on a pensé pouvoir homologuer avec la pièce squelettique des autres Arachnides. Schimkéwitsch [1] s'élève contre cette tentative d'homologation, malgré les ressemblances qui peuvent exister entre ces deux formations et qu'il reconnaît d'ailleurs. Mais il fait observer que les apodèmes des Galéodes sont d'origine ectodermique tandis que, dans son mémoire de l'an passé, il a démontré que l'endosternite des Arachnides est formé, chez les très jeunes individus qu'il a examinés, d'éléments mésodermiques. Ce seul fait suffirait à faire rejeter l'homologie entre les deux formations.

II. — Système nerveux. Organes des sens.

Vertébrés. — Le nombre des recherches ayant trait au système nerveux est considérable; pour une bonne part ce sont des applications des méthodes récentes de Golgi, de Ramon y Cajal, etc., que j'ai exposées assez longuement dans une précédente Revue. En particulier, il en est ainsi d'un mémoire de Elliot Smith [2] sur les connexions entre le bulbe olfactif et l'hippocampe, ainsi que des recherches de P. Jacques [3] sur les nerfs du cœur chez la grenouille et les Mammifères.

Les études sur le développement du système nerveux des Mammifères sont par contre assez rares; toutefois nous trouvons un travail de A. Prenant sur le développement des corps olivaires [1]. Parmi les organes encore énigmatiques, il y a lieu de ranger les formations olivaires (olive principale, olive interne ou noyau pyramidal et olive externe) du bulbe rachidien. M. Prenant s'est proposé d'en étudier le développement, et il a poursuivi cette étude chez le porc, le mouton et le lapin. Au total, l'olive externe serait une formation secondaire, probablement issue de l'olive principale. Cette dernière, de son côté, apparaît après le noyau pyramidal (olive interne) et indépendamment de lui. Enfin, et ce fait a une importance qu'on appréciera aisément, la constitution histologique de l'olive principale est toute différente de celle du noyau pyramidal. Ce dernier est formé d'éléments qui le font ressembler à un amas terminal sensitif, tandis que les éléments constitutifs de l'olive principale ont tous les caractères des cellules des noyaux moteurs. A l'Anatomie, dit l'auteur en terminant, de rendre complètement compte de ces ressemblances et de ces différences histologiques que l'étude des stades embryonnaires nous montre d'une manière frappante. Il est certain en effet qu'il y a là une indication intéressante et une voie nouvelle ouverte aux recherches.

Parmi les travaux sur l'encéphale des Sauropsides je relève : un mémoire de Brandis sur le cerveau des Oiseaux [2]; une contribution à l'étude du lobe olfactif des Reptiles, par Lœwenthal [3], et de Rabl-Rückhard, des recherches sur le cerveau du Python molure [4], dans lesquelles l'auteur décrit, à la partie ventrale du cerveau moyen, un double entrecroisement fibreux.

Au sujet des Poissons, en dehors d'une bien longue polémique entre R. Burckhardt et Studnicka [5] à propos du cerveau antérieur, nous relevons une étude du système nerveux des Téléostéens par van Gehuchten [6], dans laquelle l'auteur étudie la structure des lobes antérieurs, l'origine des fibres du pédoncule cérébral, les éléments constitutifs des lobes optiques, l'origine et la terminaison des principaux nerfs crâniens, etc.

Enfin, des recherches anatomiques sur le système grand sympathique de l'Esturgeon, par R. Chevrel [7]. L'Esturgeon est un sujet d'études particulièrement bien choisi, car, par son organisation

[1] Sur la signification de l'endosternite des Arachnides. *Zool. Anzeig.*, 1894, p. 125.

[2] The connection between the Olfactory Bulb and the Hippocampus. *Anat. Anz.*, 1894, n° 15.

[3] P. Jacques, *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1894, n° 6.

[1] Note préliminaire sur le développement des corps olivaires du Bulbe rachidien des Mammifères. *C. R. hebd. de la Soc. de Biologie.* 1894, p. 393.

[2] Brandis, *Arch. für mikrosk. Anat.*, 1894.

[3] Lœwenthal, *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, t. XXX, n° 3.

[4] Rabl Rückhard, *Sitzgsber. Ges. Nat. Fr. Berlin*, 1894, n° 2.

[5] *Anat. Anzeig.*, t. X.

[6] Van Gehuchten, *La Cellule*, t. X, fasc. 2.

[7] R. Chevrel, *Arch. de Zool. expériment.* 1894, p. 401.

générale, il tient précisément le milieu entre les Élasmobranches et les Téléostéens. M. Chevrel était d'autant mieux placé pour tirer d'intéressantes conclusions de ces recherches, qu'il a déjà étudié spécialement le grand sympathique chez les Élasmobranches et chez les Téléostéens. De ses études, il ressort que le grand sympathique de l'Esturgeon dérive de celui des Élasmobranches, dont il conserve même le facies général; mais il offre un développement plus considérable et une disposition plus parfaite. « S'il ne rappelle pas encore le grand sympathique des Téléostéens, il montre une tendance évidente à l'imiter. C'est un système de transition, ayant peu de caractères propres, n'ayant déjà plus tous ceux du sympathique des Élasmobranches et ne présentant qu'un petit nombre de ceux qui caractérisent celui des Téléostéens. »

Dans un chapitre intitulé : « Essai sur la phylogénie du système nerveux grand sympathique des Poissons », nous relevons surtout un exposé très suggestif des transitions qu'on observe dans l'organisation de ce système, depuis l'Ammocète jusqu'aux Téléostéens.

Chez l'Ammocète, le caractère fondamental du grand sympathique est : 1° d'être entièrement et uniquement abdominal; 2° d'avoir ses ganglions latéraux isolés les uns des autres.

Chez les Téléostéens qui occupent l'extrémité opposée de l'échelle, le grand sympathique possède une partie céphalique parfaitement constituée, comportant un nombre variable de ganglions, suivant les groupes que l'on examine; de plus, le cordon latéral, parfaitement constitué, s'étend depuis la sortie du trijumeau du crâne, jusqu'à la partie postérieure du canal caudal.

Chez l'Esturgeon, il y a une ébauche céphalique et aussi un système caudal rappelant les Poissons osseux.

« On remarquera, ajoute l'auteur, que le cordon sympathique, chez les Poissons, se développe en deux sens opposés. Le point mort correspond à peu près au ganglion qui donne naissance au nerf splanchnique. A partir de ce point, le cordon croît d'abord d'avant en arrière, puis d'arrière en avant; sa partie postérieure, au moins celle qui est située dans la cavité abdominale, se forme beaucoup plus rapidement que sa partie antérieure. Il est probable que cette progression se maintient; mais jusqu'à ce jour les termes de passage font défaut, et l'on assiste tout à coup, chez les Téléostéens, au développement intégral et parfait des deux extrémités terminales du cordon. »

Au cours de ses études sur la morphologie des fosses nasales, P. Garnault[1] a été conduit à des recherches embryologiques fort intéressantes sur un organe assez énigmatique, l'organe de Jacobson. Nous résumerons rapidement ce travail qui nous paraît jeter une vive lumière sur une question passablement obscure. On sait que l'organe de Jacobson est constitué par deux cavités nasales accessoires qui communiquent directement ou indirectement avec la cavité buccale.

Ces organes, découverts par Jacobson chez les Mammifères, consistent, de chaque côté et à la base de la cloison du nez, en un tube protégé par une capsule cartilagineuse (cartilage de Huschke). Ce tube, aveugle en arrière, débouche en avant dans la cavité buccale, par un conduit creusé dans l'os incisif (conduits incisifs). Jacobson n'avait pas trouvé ces organes chez l'homme; mais Ruysch, puis Sœmmering et Kölliker en constatèrent l'existence, et ce dernier, en particulier, démontra qu'ils existent très souvent chez l'embryon humain et qu'ils y reçoivent, comme l'organe de Jacobson des autres Mammifères, des filets de l'olfactif. Cependant, Gegenbaur repoussa l'homologie, admise par Kölliker, entre ces formations de l'embryon humain et l'organe de Jacobson des Mammifères, sous prétexte qu'elles y ont perdu leurs relations avec les cartilages de Huschke, et que ces relations sont fondamentales. Pour Gegenbaur, les soi-disant organes de Jacobson de l'homme doivent être homologués à la *glande septale* qu'il a découverte chez certains Prosimiens (*Stenops*). L'opinion de Gegenbaur semble avoir été acceptée, car Wiedersheim, dans son *Manuel d'Anatomie comparée* (1890), dit que, « chez l'homme les organes de Jacobson semblent ne plus même apparaître pendant la période fœtale; ce que jadis on prenait pour eux, est le rudiment d'une glande nasale de la cloison semblable à celle qui existe, par exemple, chez les Prosimiens (Gegenbaur). L'existence du cartilage vomérien de Huschke, ajoute Wiedersheim, prouve, d'ailleurs, que les ancêtres de l'homme ont dû posséder jadis un organe de Jabobson ».

Je rapporte cette citation, bien qu'un peu longue, parce qu'on y trouve, à mon sens, une nouvelle preuve du peu de confiance qu'il faut avoir dans ces déductions *à priori*, où nous engageons nos ancêtres sans les avoir connus, alors que nous n'avons qu'à étudier nos contemporains pour trouver la solution du problème posé.

D'une part, en effet, M. Garnault, par ses recherches embryologiques, montre que les organes de Jacobson, comme l'a avancé Kölliker, existent chez les embryons humains de deux ou

[1] P. Garnault, Contribution à l'étude de la morphologie des fosses nasales. L'organe de Jabobson. *C. R. hebdom. de la Soc. de Biologie*. Mai, 1895.

trois mois, et qu'à cet âge « leur structure est absolument identique à celle que présente, chez les Mammifères pris à une époque comparable de leur développement, l'organe de Jacobson le mieux développé ; il reçoit des filets nerveux de l'olfactif..., il reçoit également, par sa partie postérieure, un filet du naso-palatin de Scarpa. Tous ces filets disparaissent par la suite ».

D'autre part, Garnault estime que la connexion entre l'organe de Jacobson et les cartilages de Huschke n'est pas essentielle, ces cartilages étant des organes de soutien qui ne deviennent qu'accidentellement organes de protection pour le tube de Jacobson, si bien que, de l'existence de ces cartilages, il n'y a nullement lieu de conclure à l'existence des organes de Jacobson chez nos ancêtres, non plus que de nier la présence de ces organes chez l'homme actuel.

Mais il y a plus : l'auteur a pu suivre les premières phases du développement de l'organe de Jacobson chez le rat, et il a vu qu'il se développe par une fente relativement très large, tapissée d'un épithélium semblable à celui qui revêt la région olfactive des fosses nasales. « Le tube de Jacobson, ajoute Garnault, ne se développe donc pas par une invagination tubulaire à la façon des glandes. » Bien qu'il dise quelque part, dans sa note, que peut-être la glande septale des Prosimiens doit être homologuée à l'organe de Jacobson, il me semble, au contraire, que le mode de genèse du tube de Jacobson exclut la possibilité de cette homologation, à moins qu'il soit démontré que la glande septale des Prosimiens n'est pas une glande, ce qui est encore bien possible. Ce qui est plus important, en tous cas, c'est que le mode de formation de l'organe de Jacobson chez l'embryon du rat semble fournir un point d'appui sérieux pour homologuer l'organe de Jacobson des Mammifères avec le cul-de-sac nasal interne des Amphibiens anoures. Cette manière de voir aurait le grand avantage de reconnaître une même origine aux diverses formations décrites comme organes de Jacobson chez les Vertébrés où on en rencontre ; mais que devient alors l'hypothèse de Wiedersheim qui homologue la cavité nasale accessoire des Amphibiens anoures au sinus maxillaire des autres Vertébrés? Il semble bien qu'elle ira rejoindre l'opinion de Gegenbaur citée plus haut, parmi la déjà trop riche collection d'hypothèses avancées sans bases solides.

Invertébrés. — Nous trouvons un mémoire important de A. Binet[1] sur le système nerveux sous-intestinal des Insectes.

Les méthodes de Golgi et d'Ehrlich ont été, nous l'avons déjà dit, un élément de progrès considérable dans nos connaissances sur le système nerveux des animaux ; mais ces procédés ne peuvent donner que des notions d'une nature assez restreinte ; ils n'interviennent guère qu'au point de vue topographique et ne laissent découvrir, tant s'en faut, aucun détail de la structure histologique intime des éléments nerveux. Par la méthode de Golgi, ces éléments sont totalement remplis par les précipités, et c'est précisément l'opacité ainsi obtenue et l'intense coloration uniforme de leurs diverses parties (corps cellulaire, dendrites, cylindre-axe) qui favorisent les études d'anatomie descriptive microscopique auxquelles tant de chercheurs se sont livrés depuis qu'ils sont en possession de cette technique nouvelle. On en peut dire autant, pour des raisons d'un autre ordre, de la méthode d'Ehrlich.

Aussi pensons-nous qu'il n'est pas inutile d'insister sur un travail qui attire l'attention sur une technique plus récente et qui a donné, entre les mains de son auteur, des résultats excellents pour l'étude de la constitution intime de certains éléments nerveux (il s'agit plus spécialement des cellules nerveuses ganglionnaires des Crustacés et de quelques Insectes). La méthode à laquelle nous faisons allusion est celle de Viallanes (mordançage au sulfate de cuivre et coloration à l'hématoxyline), modifiée par Binet, qui obtient une double coloration au moyen de la safranine, dont on fait succéder l'action à celle de l'hématoxyline.

L'auteur a pu, dans ces conditions, obtenir des colorations très tranchées, d'une part du protoplasma de la cellule, d'autre part du noyau et des fibrilles qui forment le cylindre-axe. On peut suivre alors aisément ces fibrilles jusqu'à l'intérieur du protoplasma des cellules, et les voir, tantôt décrire une spire autour du noyau, tantôt s'irradier dès leur pénétration dans les couches corticales du protoplasma; en un mot, on peut étudier dans tous ses détails le trajet des fibrilles et leurs relations avec les diverses parties de la cellule nerveuse.

M. Binet ne s'est d'ailleurs pas contenté de cette étude histologique pure; il a étudié encore, avec beaucoup de soin, la structure des ganglions de la chaîne nerveuse abdominale des Insectes, montrant que chaque ganglion comprend : d'une part, deux colonnes ventrales et un lobule ventral inférieur; d'autre part, un lobe dorsal formé, comme les précédentes parties, d'une substance fibrillaire, mais moins dense et plus grossière que chez celles-ci. Le nerf abdominal correspondant possède trois racines, dont une est dorsale et les deux autres se rendent dans la colonne ventrale et le lobule ventral.

[1] Contribution à l'étude du système nerveux sous-intestinal des Insectes, par A. Binet. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.* 1894, n° 5.

Considéré dans son ensemble, le ganglion thoracique peut être ramené à un ganglion abdominal auquel se surajoutent latéralement deux lobes cruraux.

M. Child[1] a publié des recherches assez étendues sur les organes sensitifs antennaires des Insectes.

Chez la guêpe (*vespa vulgaris*), l'organe sensitif siège dans le deuxième segment de l'antenne, à l'exclusion de tout autre. Il en est de même, et avec la même structure, chez beaucoup d'insectes appartenant aux groupes les plus variés : Bombus, Musca, Panorpa, Melolontha, Libellula, etc.

Chez les Hémiptères homoptères, l'appareil siège au même endroit, mais il est moins développé, les cellules ganglionnaires et les bâtonnets étant peu nombreux.

Chez certains Diptères (Culicides et Chironomides), l'organe sensitif se trouve dans un segment sphérique situé à la base de l'antenne et plus volumineux chez le mâle que chez la femelle. Cet organe est d'une structure très complexe, mais surtout chez la femelle il offre une ressemblance évidente avec les organes sensitifs des insectes ci-dessus désignés. Quant aux fonctions de ces appareils, nous les connaîtrons lorsque l'auteur aura publié les résultats des recherches physiologiques qu'il se propose d'entreprendre.

III. — Système vasculaire

Parmi les travaux d'embryologie relatifs au système vasculaire, nous devons donner quelques détails sur les recherches de M. Duval[2] relativement aux relations qui existent chez les Mammifères entre la mère et le fœtus, au point de vue des échanges sanguins. Nous avons rendu compte déjà, dans la *Revue générale des Sciences* (1893), des études de M. Duval sur le placenta des Rongeurs, études qui lui ont permis de démontrer l'origine ectodermique du placenta fœtal et d'établir que cet organe est, chez les Rongeurs, un *ectoplacenta*, caractérisé par ce fait que les cellules épithéliales se fusionnent bientôt en une masse protoplasmatique continue, véritable *plasmode ectoplacentaire* qui englobe les vaisseaux capillaires maternels. Bientôt les parois de ces vaisseaux se résorbent et le sang maternel circule dans les lacunes creusées en plein plasmode ectoplacentaire.

M. Duval a spécialement étudié, parmi les Carnassiers, le chien et le chat, et il s'est trouvé ainsi en présence de deux types nouveaux, un peu différents l'un de l'autre, sinon au point de vue de l'origine du placenta, au moins eu égard à la destinée des cellules épithéliales fœtales, ces deux types établissant un passage du placenta des Rongeurs à celui des Ruminants et permettant d'expliquer ainsi d'une manière très satisfaisante la composition si complexe de l'organe en question chez ces derniers animaux.

Chez la chienne, la formation ectoplacentaire se comporte d'abord comme chez les Rongeurs ; elle se transforme plus ou moins complètement en plasmode que pénètrent les vaisseaux maternels ; mais tandis que chez les Rongeurs la paroi de ces vaisseaux est, comme nous le rappelions plus haut, totalement résorbée, elle persiste chez la chienne, et la formation placentaire comprend ainsi un élément de plus que celui des Rongeurs, à savoir les cellules endothéliales des vaisseaux maternels. C'est ce que M. Duval appelle un *angioplasmode*, terme heureux qui rappelle bien la composition fondamentale du placenta fœtal du chien.

Chez la chatte, les choses se passent à peu près comme chez la chienne, sauf toutefois que les cellules ectodermiques fœtales ne se fusionnent pas en plasmode ; elles conservent leur individualité et le placenta comprend dès lors, en outre des éléments énumérés ci-dessus chez la chienne, des cellules épithéliales disposées par couches et représentant un véritable type d'épithélium vasculaire.

Nous ne pouvons résister au désir de transcrire les conclusions générales de l'auteur : car elles jettent un jour d'une grande clarté sur la structure et la genèse des placentas si variés des Mammifères placentaires. « Ces dispositions du placenta fœtal chez les Carnassiers, dit M. Duval, c'est-à-dire la présence de formations ectodermiques contenant des vaisseaux avec leurs parois endothéliales et non de simples lacunes sanguines, comme chez les Rongeurs, ces dispositions représentent une forme de transition entre le placenta des Rongeurs d'une part et d'autre part celui des Ruminants et des Pachydermes.

« Chez les Rongeurs, entre le sang maternel et le sang fœtal ne sont interposées que la paroi capillaire fœtale et les couches ectodermiques ; chez les Carnassiers, les parties interposées entre ces deux sangs sont, outre la paroi capillaire fœtale et l'ectoderme, la paroi endothéliale vasculaire maternelle ; qu'à ces parties s'ajoute encore l'épithélium utérin conservé, et nous aurons le type structural du placenta des Pachydermes et Ruminants. C'est ce que nous montrerons par de prochaines études, c'est du reste ce qui est bien connu de par toutes les descriptions classiques ; seulement les auteurs qui se sont occupés du placenta, partant de celui des Ruminants, où la persistance de l'épithélium utérin est évidente, ont hâtivement généralisé cette

[1] Beiträge zur Kenntniss der antennalen Sinnesorgane der Insecten, von C.-M. Child. *Zool. Anzeig*, 1894, p. 35.

[2] Le Placenta des Carnassiers, par M. Duval. *Journ. de l'Anatomie et de la Physiologie* 1894.

disposition, et se sont efforcés de retrouver cet épithélium utérin chez les Carnassiers aussi bien que chez les Rongeurs. »

On sait combien on est loin d'être d'accord au sujet du mode de développement des vaisseaux; cependant on admet d'une façon assez générale qu'ils sont formés par des bourgeons endothéliaux pleins, émanés de vaisseaux préformés; mais on ne s'entend plus sur la façon dont se creuse la lumière du vaisseau dans ce bourgeon. Suivant Greene, les cellules axiales du bourgeon s'écartent, et il se forme ainsi des vacuoles qui s'unissent pour constituer la lumière du conduit vasculaire; d'après Arnold et H. Field, les cellules centrales du bourgeon se transforment en globules sanguins; enfin, suivant Renaut, le bourgeon est un amas de protoplasma avec noyaux endothéliaux. M. H. Martin [1], pour apporter un nouvel élément à nos connaissances sur ce point, s'est proposé l'étude spéciale du développement de l'artère coronaire chez l'embryon de lapin. L'examen de séries bien graduées d'âges divers lui a permis de suivre pas à pas la formation de cette artère. C'est à partir du douzième jour que l'auteur trouve les premières traces de l'organe, sous la forme d'un bourgeon plein mesurant 1/20 de millimètre de long sur 1/30 de millimètre d'épaisseur et formé de trois rangées longitudinales de cellules répondant, par leurs caractères, aux cellules endothéliales de la région postérieure du bulbe aortique où s'attache le bourgeon.

Le mode de développement par bourgeon pour les vaisseaux paraît donc bien être un fait acquis. Reste à savoir comment se creuse ce bourgeon. M. H. Martin admet qu'il se produit des vacuoles *intercellulaires* dans la rangée axiale et que les deux autres rangées deviennent l'endothélium du nouveau vaisseau. Les cellules axiales ne lui paraissent pas contribuer à former les hématies.

Parmi les nombreux travaux d'anatomie descriptive et comparée auxquels a donné lieu le système vasculaire, signalons les recherches sur la distribution artérielle dans les membres inférieurs des Primates par M. Popowsky [2]; cette étude dans laquelle l'auteur utilise, outre ses propres recherches, celles d'un certain nombre d'anatomistes et particulièrement du regretté Rojecki, auteur d'un mémoire sur le même sujet d'après les dissections qu'il avait faites dans notre laboratoire au Muséum, cette étude, disons-nous, est à signaler pour son excellente bibliographie et ses descriptions détaillées qu'accompagnent de bonnes figures explicatives.

Dans le *Bulletin du Muséum* (1895, p. 45), nous trouvons une note de M. Boulart sur « des plexus thoraciques veineux du Phoque commun ». On pourrait croire que, chez ces animaux, dont l'anatomie a été faite avec assez de détails, il ne reste plus rien à glaner. Cependant M. Boulart a eu la bonne fortune de reconnaître et de préparer, chez deux sujets d'âge différent, des plexus veineux situés de chaque côté de la pointe du cœur et reposant en partie sur le diaphragme, en partie sur le péricarde.

Ces faits s'ajoutent à ceux qu'on connaît déjà de dispositions vasculaires spéciales (plexus, réservoirs, etc.) favorisant la stase du sang veineux chez les Mammifères à vie aquatique.

Dans le même ordre d'idées, nous trouvons dans le même recueil une note de M. Henri Gervais sur la circulation périrénale de l'*Hyperoodon rostratus* (*Bulletin du Muséum*, p. 146) et une note de M. Neuville sur des sinus veineux intrahépatiques qu'il a découverts chez le Castor du Rhône (*ibid.* p. 46).

Enfin, j'ai publié moi-même en collaboration avec M. Boulart une note sur un plexus veineux de l'œil de *Balænoptera musculus* [1]. On sait qu'il existe chez les Cétacés un riche réseau artériel qui forme autour du nerf optique un manchon presque continu, le séparant du muscle choanoïde. Nous avons trouvé chez *B. musculus*, en outre de ce réseau artériel, un plexus veineux très riche séparé de ce dernier par le muscle choanoïde. Ce plexus formé de veines sclérotícales et de branches musculaires s'ajoute aux nombreux plexus vasculaires déjà décrits chez les Cétacés.

J'ai eu, d'autre part, l'occasion, dans mes recherches sur l'oreille [2], de décrire un plexus veineux également très fourni, enveloppant l'artère carotide interne dans son passage à travers la bulle auditive et s'irradiant dans les nombreux sinus aériens que j'ai décrits au voisinage de l'oreille moyenne des Cétodontes et des Mysticètes; il paraît donc bien de plus en plus évident, comme je le rappelais tout à l'heure, qu'il existe une relation entre la vie aquatique des Mammifères et le développement de dispositions vasculaires spéciales, principalement dans le parcours du sang veineux.

Pour en finir avec le système vasculaire, je dirai quelques mots d'un excellent travail de M. Cl. Re-

[1] Note sur le premier développement des artères coronaires cardiaques chez l'embryon de lapin, par M. H. Martin. *C. R. hebd. de la Soc. de Biologie*, t. VI, 1894, p. 83.

[2] Das Arteriensystem der unteren Extremitäten bei den Primaten, von Prof. P. Popowsky. *Anat. Anz.* t. X, 1894, nos 2, 3 et 4.

[1] H. Beauregard, et R. Boulart. *C. R. hebdomad. de la Société de Biologie*, 1894, p. 775.

[2] H. Beauregard. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.* 1893 et 1894.

gaud [1] sur les vaisseaux lymphatiques des glandes mammaires. La reprise des recherches sur le système lymphatique, avec les procédés de la technique histologique, s'impose : « Dans l'état actuel de la science, en effet, dit M. Renaut [2], le savant professeur d'Histologie de la Faculté de Médecine de Lyon, qui a inspiré l'étude dont nous parlons, il ne suffit pas, pour affirmer en un point quelconque du tissu conjonctif la présence de trajets lymphatiques, d'avoir développé un réseau par des injections colorées; il faut avoir montré, en outre, par une imprégnation de nitrate d'argent, que ce réseau répond bien à des canaux limités sur tout leur parcours par l'endothélium découpé en jeu de patience, qui, seul, caractérise les voies et espaces lymphatiques vrais, tandis qu'une injection colorée ne donne rien que la forme des espaces interorganiques le long desquels elle s'est répandue. Or, parfois l'ensemble de ceux-ci, lorsqu'ils ont été remplis par la matière à injection, simule, à s'y méprendre, un réseau lymphatique qui n'existe pas.» M. Regaud a eu mille fois raison de s'inspirer de ces sains principes d'anatomie dans ses recherches. Qu'on injecte interstitiellement une masse au bleu de Prusse, comme le faisait Langhans, ou une solution chloroformique d'asphalte, comme l'a proposé Sorgius, ou du mercure à la façon des anatomistes d'antan, il est impossible de se rendre compte de la valeur scientifique des résultats obtenus. Suivant la pression employée, suivant les qualités de pénétration des matières à injection usitées, on obtient des figures bien différentes; de là des divergences nombreuses entre les observateurs, de là l'ignorance réelle dans laquelle nous sommes encore aujourd'hui sur la distribution vraie des lymphatiques.

La méthode très simple du professeur Renaut nous paraît répondre à tous les desiderata. On mélange la solution argentique à un fixateur énergique, le liquide osmio-picrique, et on pratique avec ce mélange des injections interstitielles. La double action du sel d'argent et de l'acide osmique donne des préparations d'une grande netteté.

Dans le cas particulier de la glande mammaire, deux opinions sont actuellement en présence; les uns (Waldeyer, Kolessnikow, Creighton, Sorgius) admettent que l'origine des lymphatiques glandulaires est, dans les espaces périacineux, à *l'intérieur des lobules;* les autres (Langhans, Coyne) nient que les lymphatiqnes pénètrent dans les lobules et admettent qu'ils n'ont avec les acini que des rapports médiats. C'est avec ces derniers que se range M. Regaud. Ses préparations démontrent, en effet, que les espaces lymphatiques et les canaux qui forment les deux élements du système lymphatique de la glande mammaire sont absolument *extra-lobulaires.*

[1] Cl. Regaud, Etude histologique sur les vaisseaux lymphatiques de la glande mammaire. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1894, n° 6.

[2] J. Renaut, *Traité d'Histologie pratique*, 2e fasc., 1893, p. 898.

IV. — Système de nutrition. — Appareil digestif.

Vertébrés. — D'un mémoire critique et historique d'un grand intérêt, que vient de publier M. Laguesse [1] sur la structure et le développement du pancréas, nous retiendrons surtout, pour en parler ici, ce qui a trait à la genèse de cet organe, les connaissances récemment acquises sur ce point, et, pour une bonne part, grâce aux recherches de l'auteur, permettant, dès maintenant, d'expliquer d'une façon très satisfaisante les dispositions si variées qui s'observent dans la série des Vertébrés.

Jusqu'à ces dernières années, on pensait que le pancréas provenait d'un seul bourgeon dorsal de la région duodénale de l'intestin, tandis que le foie provient d'un bourgeon ventral de la même région, en un point à peu près exactement opposé au premier. « Aussi, dit M. Laguesse, s'expliquait-on fort mal la présence, chez beaucoup d'animaux, de plusieurs canaux excréteurs, débouchant en des points différents, les uns isolés, les autres réunis à ceux du foie. Chez l'homme même il était quelque peu étonnant de voir, sur l'adulte, converger en une même ampoule terminale (ampoule de Vater) un canal pancréatique et un canal cholédoque, nés sur l'embryon, l'un dorsalement, l'autre ventralement, aux deux parois diamétralement opposées de l'intestin. » Les recherches de nombreux observateurs ont établi que deux autres bourgeons pancréatiques ventraux se développent en outre du bourgeon dorsal. C'est chez les Batraciens que le fait fut aperçu d'abord (Goette), et, depuis lors, on retrouva ces bourgeons ventraux chez tous les Vertébrés; M. Laguesse, en particulier, les décrivit chez la Truite; en même temps ils furent découverts chez les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères.

Ces deux bourgeons ventraux naissent sur le conduit hépatique primitif (ventral, comme nous l'avons dit), à son point d'abouchement dans l'intestin. Au cours du développement, ce conduit hépatique se porte à droite et entraîne ainsi avec lui les deux pancréas ventraux, qui bientôt vont se fusionner avec le dorsal, pour ne plus former qu'une seule glande. Cette glande a, dès lors, deux canaux excréteurs, un dorsal (canal de Santorini) qui

[1] E. Laguesse, Structure et développement du pancréas, d'après les travaux récents. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, nos 5, 6, 1894.

provient de l'ébauche primitive pancréatique dorsale, et un ventral (canal de Wirsung), qui dérive de la soudure des deux canaux issus des pancréas primitifs ventraux. Celui-ci débouchera alors, soit directement dans l'intestin, soit en commun avec le canal cholédoque.

« La découverte des bourgeons ventraux, dit M. Laguesse, nous permet de comprendre l'existence de conduits multiples, leurs anomalies, leurs variations spécifiques individuelles, les rapports de ces conduits avec ceux du foie et des deux organes entre eux. Si, chez l'homme et chez beaucoup d'animaux, le canal de Wirsung vient s'ouvrir en commun avec le cholédoque dans l'ampoule de Vater, c'est qu'il est né des parois mêmes de celui-ci. S'il existe un canal de Santorini accessoire, inconstant et décroissant généralement de sa réunion au principal jusque vers son embouchure (d'où le nom de canal récurrent : Cl. Bernard), c'est que ce canal représente la voie d'excrétion dorsale primitive de tous les Vertébrés, voie dont l'atrophie commence partout à l'embouchure pour remonter vers la glande. Enfin, on s'explique les rapports presque constants, chez les Vertébrés, du canal cholédoque avec le pancréas qui l'entoure plus ou moins complètement et aussi les anastomoses multiples et variées existant chez quelques Batraciens et surtout chez les Reptiles (voyez, Boulart : *C. R. hebd. de la Société de Biologie*, 1888, p. 224), non seulement entre les canaux excréteurs des deux organes à leur terminaison, mais entre leurs ramifications (canaux hépatiques, cystiques, biliaires) et la vésicule, etc. »

C'est là un exemple excellent du rôle important que joue l'Embryogénie dans la solution des problèmes d'Anatomie comparée que la Morphologie est impuissante à élucider. Mais il y a plus ; de ce que les ébauches pancréatiques ventrales prennent naissance sur le bourgeon hépatique, on peut penser *à priori* qu'il existe d'étroites relations entre le pancréas et le foie, et c'est en effet ce que vient démontrer l'observation. Dans deux groupes de Vertébrés, les Cyclostomes d'une part (von Kupfer) et les Sélaciens de l'autre (Laguesse) [1], il arrive que les ébauches ventrales de l'intestin qui représentent les formations pancréatiques ventrales susdites, donnent du foie et non du pancréas par la suite du développement. Il semblerait donc que ces deux glandes annexes du tube digestif, le foie et le pancréas, doivent être considérées comme une différenciation secondaire d'une même formation glandulaire primitive. « Nous rappellerons, dit Laguesse, que beaucoup d'auteurs considèrent l'organe désigné sous le nom de foie chez les Invertébrés, comme un *hépato-pancréas* possédant des fonctions mixtes. Ne peut-on supposer que, chez les ancêtres des Vertébrés actuels, existait sans doute aussi un hépato-pancréas dont les différentes parties, par complication graduelle des actes digestifs et autres (sécrétions internes), et par division du travail de plus en plus complète, se sont isolés fonctionnellement et morphologiquement l'un de l'autre... Le foie et le pancréas nous apparaissent de plus en plus, au triple point de vue anatomique, physiologique et embryologique, comme les deux parties d'un même tout. »

[1] Laguesse, Développement du pancréas chez les Sélaciens. *Bibliographie anatomique*, n° 3, 1894.

L'histologie comparée du tube digestif fait, depuis plusieurs années déjà, le sujet des études suivies de A. H. Pilliet. Je relève du même auteur une note sur la structure de l'estomac du Phoque et de l'Otarie [1] qui me paraît intéressante à plus d'un titre. De ces recherches il résulte que l'estomac des Amphibies, estomac simple, formé d'une poche unique, est un véritable estomac de Carnassier, et les quelques particularités de structure qu'il présente ne sauraient l'éloigner de ce type. En tous cas, aucune de celles-ci n'est de nature à le rapprocher du type de l'estomac des Cétacés. Cette conclusion très précise vient à l'appui de la manière de voir de ceux qui, et je suis du nombre, se refusent à suivre les zoologistes obstinés à rattacher les Cétacés aux Carnassiers par l'intermédiaire des Cétodontes (voire du Zeuglodon) d'une part et des Amphibies de l'autre. Plus on étudie l'anatomie des Cétacés, plus on se convainc que c'est là une erreur. J'ai insisté ailleurs sur ce point et j'ai donné les raisons qui me paraissent plaider en faveur d'une relation génétique entre les Cétacés et les Equidés, si toutefois des relations de cette sorte ont jamais existé entre les Cétacés et les Mammifères terrestres.

Nous trouvons, en outre d'un mémoire de Schwalbe [2] sur les théories des dentitions, où cet anatomiste donne un résumé des recherches de Kükenthal, une note de ce dernier [3] dans laquelle nous relevons une sorte de profession de foi qu'il croit devoir exposer lui-même en réponse à un travail de Leche [4]. Leche admet, chez les Mammifères, quatre dentitions, dont une dentition *prélactée* qui ne laisse que des traces chez les

[1] A. H. Pilliet, *C. R. hebdom. de la Société de Biologie*, 1894, p. 743.

[2] Schwalbe, Ueber Theorien der Dentition. *Verhandl. der Anat. Gesellsch. in Strasbourg*, 1894.

[3] Zur Dentition Frage, von Willy Kükenthal. *Anatom. Anzeig.*, 1895, n° 20, p. 653.

[4] Leche, Zur Entwickelungsgesch. des Zahnsystems des Saugethier. *Bibliotheca Zoologica* herausgegeben von Leuckart und Chun. Heft 17. 1895.

Mammifères les plus inférieurs, tandis que la deuxième dentition (dentition de lait des auteurs), s'adaptant aux exigences nouvelles, prend un grand développement. La troisième dentition (deuxième des auteurs ou dentition permanente, de remplacement) serait une acquisition nouvelle, qui n'aurait plus rien à voir avec les dentitions des prédécesseurs des Mammifères, et, enfin, la quatrième dentition en serait encore à ses premiers développements.

Kükenthal proteste contre ces nouveautés et s'élève en particulier contre l'idée de Leche de considérer la dentition de remplacement comme une nouvelle acquisition des Mammifères.

C'est à ce propos qu'il croit devoir rappeler que, chez tous les Mammifères, on trouve seulement deux dentitions qui se succèdent et qui, toutes deux, sont un héritage des Vertébrés prédécesseurs des Mammifères. En réalité, les Mammifères sont caractérisés par une réduction graduelle du nombre des dentitions qui, assez élevé chez les ancêtres (polyphyodontes) de cette classe, se réduit graduellement en même temps que les dents se spécialisent dans les groupes les plus élevés en organisation.

Ces idées ne sont pas nouvelles évidemment ; il n'était, toutefois, pas mauvais de les rappeler. Nous n'y insistons pas aujourd'hui, comptant prochainement entretenir plus longuement les lecteurs de la *Revue* de cette question de la succession des dentitions chez les Mammifères, à propos de recherches que nous devons publier incessamment.

Invertébrés. — Nous ne ferons que signaler, car la *Revue* l'a longuement analysé, un travail plein de faits de M. Bordas [1], sur les glandes annexes de l'appareil digestif des Hyménoptères. Le grand nombre d'espèces étudiées (près de 200) donne à ces recherches un intérêt spécial.

[1] Bordas, Appareil glandulaire des Hyménoptères (glandes salivaires, tube digestif, tubes de Malpighi et glandes venimeuses), *Thèse en Sorbonne*, Paris, 1895, et Anatomie des glandes salivaires des Hyménoptères de la famille des Ichneumonides. *Zool. Anzeig.*, 1894, p. 131.

V. — Appareil respiratoire.

D'un travail [1] important sur deux orang-outangs adultes, publié par un certain nombre de naturalistes du Muséum [2], nous retenons quelques chapitres d'anatomie. Une étude très consciencieuse a permis à M. de Pousargues de trouver, dans l'examen des organes génitaux de ces deux individus mâles, un certain nombre de caractères qui distinguent ces organes de ceux de l'homme. En particulier, les vésicules séminales, la prostate, les canaux éjaculateurs offrent des différences assez marquées.

MM. Deniker et Boulart ont étudié les sacs laryngiens et les excroissances adipeuses qui proéminent si singulièrement de chaque côté de la face. Les singes anthropoïdes sont les seuls à posséder des sacs laryngiens développés aux dépens des ventricules de Morgagni, c'est-à-dire *au-dessus* des cordes vocales, comme c'est le cas ici pour l'orang-outang ; chez tous les autres singes qui possèdent des sacs aériens en relation avec le larynx, c'est *au-dessous* des cordes vocales qu'ils se développent ou bien c'est une poche sous-épiglottique comme chez les Pithéciens.

Quant aux excroissances qui s'étalent de chaque côté de la face, ce sont des formations adipeuses, où les éléments cellulo-graisseux très abondants sont contenus dans une trame fibreuse compacte. Les rapports anatomiques de ces excroissances, étudiés avec soin par MM. Deniker et Boulart, leur permettent d'homologuer, pour une part au moins, ces formations à la boule graisseuse de Bichat qu'on retrouve, on le sait, même chez les hommes les plus émaciés.

Dr H. Beauregard,
Assistant au Muséum.

[1] Nous plaçons ce travail sous la rubrique « Appareil respiratoire », parce qu'il s'agit surtout de sacs en relation avec le larynx, mais nous ne voulons rien préjuger de leur rôle.

[2] Observations sur deux Orang-outangs adultes morts à Paris, par MM. Milne-Edwards, J. Deniker, R. Boulart, E. de Pousargues, F. Delisle, in *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle*. Paris, 1895.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LA CÉMENTATION DES LINGOTS DESTINÉS AUX PLAQUES DE BLINDAGE. — LES USINES A TRANSMISSIONS ÉLECTRIQUES AUX ÉTATS-UNIS. — UN MOTEUR-ALTERNATEUR DESTINÉ AUX RECHERCHES DE LABORATOIRE A UNIVERSITY COLLEGE (LONDRES).

L'expérience a montré que les plaques de blindage employées pour résister au choc des obus doivent, pour bien satisfaire à leur destination, offrir cette particularité de n'être point chimiquement homogènes dans toute leur épaisseur. La face qui reçoit le projectile doit être plus riche en carbone que les parties profondes. Il faut donc, après avoir fait subir à l'acier de la plaque l'épuration métallurgique ordinaire, arriver à dissoudre dans le fer de la face exposée au choc et un peu au-dessous de cette face une petite quantité de carbone, et empêcher ce carbone d'addition de pénétrer trop profondément dans la plaque. C'est cette opération qui constitue la *cémentation*.

La pratique de la cémentation est relativement fort ancienne; mais, jusqu'à présent, la carburation, en laquelle elle consistait, était produite par l'effet du contact du charbon avec le métal, celui-ci restant solide et étant porté seulement à la température du jaune (1100°). Dans ces conditions la profondeur de la carburation est fonction du temps. C'est ainsi que, pour arriver, dans le procédé Harvey, à cémenter d'un centimètre à un centimètre et demi une plaque d'acier doux de 20 centimètres d'épaisseur, 15 à 20 heures sont nécessaires.

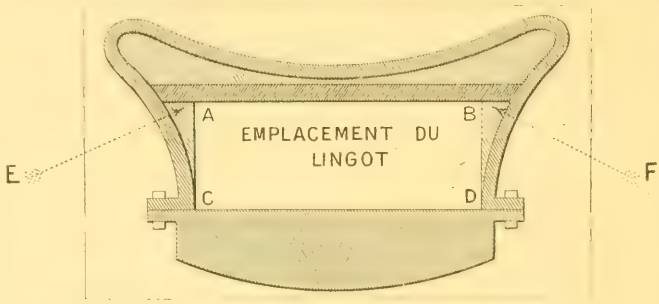


Fig. 1. — *Coupe horizontale de la lingotière.*

Or, voici un procédé tout nouveau, qui réalise, à ce point de vue, un progrès évident. Il est dû à un métallurgiste bien connu, M. Emile Demenge, qui vient de l'appliquer, aux usines de Pamiers, à la cémentation des plaques de blindage.

Le principe de la méthode est de carburer directement l'une des faces du lingot lors de la coulée (à 1400°) en garnissant de matières carburantes l'une des parois verticales de la lingotière, et d'empêcher cette carburation de se propager trop profondément à l'intérieur du lingot, en refroidissant énergiquement la paroi verticale de la lingotière opposée à la paroi carburante, afin qu'à son contact l'acier devienne très vite pâteux et ne puisse absorber le carbone qui commence à se dissoudre.

La lingotière dans laquelle l'acier extra-doux est coulé, a donc l'une de ses parois AB (fig. 1) garnie d'un pisé de matières carburantes et, de ce côté, l'épaisseur de la couche mauvaise conductrice de la chaleur, située en arrière des matières carburantes, peut varier suivant l'énergie que l'on veut donner à la cémentation : on peut même y ménager des carneaux qui seraient parcourus par des gaz chauds. La paroi opposée, CD, est, au contraire, constituée en matière bonne conductrice : c'est un bloc en fonte d'une certaine épaisseur, agissant par sa conductibilité pour refroidir la partie arrière du lingot et à l'intérieur duquel peut être établie une circulation d'eau, afin d'augmenter encore la rapidité de ce refroidissement. Les deux garnissages perpendiculaires servent de transition entre la paroi mauvaise conductrice et la paroi bonne conductrice. Ils se composent donc de prismes en matières réfractaires EF, dont l'arête vient aboutir à la paroi métallique. La forme contournée donnée à la lingotière tient compte des différences de refroidissement au centre et sur les côtés du lingot, et permet d'obtenir un refroidissement progressif par tranches parallèles à la paroi métallique. Il en résulte que la couche d'acier cémenté est à peu près uniforme sur toute la surface dure du lingot.

La préparation spéciale du pisé de matières carburantes, qui sont complètement débarrassées de leurs gaz, et sa grande dureté, sont telles qu'il est possible de couler l'acier sans avoir à craindre la moindre effervescence. Le métal ne bouillonne pas et reste aussi calme que s'il était coulé dans une simple lingotière à parois métalliques.

Tous les céments utilisables ont été étudiés, depuis le charbon de cornue jusqu'au noir animal, et, en faisant varier le mélange des différentes matières carburantes dans le pisé qui constitue la paroi, on peut obtenir des variations correspondantes dans la cémentation. Par exemple, la cémentation obtenue avec le coke est à peu près moitié moindre que la cémentation avec le charbon de bois. Des matières inertes, telles que la chaux ou l'argile, peuvent également entrer dans la composition du pisé pour retarder le commencement de la cémentation, ces matières étant mélangées au charbon à la surface seulement du pisé et devant disparaître en donnant des scories fusibles.

Le lingot peut être coulé avec la masselotte nécessaire. On évite donc toute trace de retassement dans la partie utilisable.

La surface cémentée du lingot obtenu est un peu rugueuse, mais, au forgeage, dès la première chaude, toute irrégularité disparaît.

Le forgeage de ce métal hétérogène se fait dans de très bonnes conditions, et sans autres précautions qu'une température relativement modérée. La presse doit être préférée au pilon. La plaque, terminée au laminoir, ne se déchire pas.

Enfin, la trempe de ce métal, qui, malgré son hétérogénéité, présente des tranches de duretés progressives, ne provoque pas de tapures.

Des lingots de 500 kilos à 3.000 kilos ont été coulés dans des lingotières établies d'après le principe décrit plus haut, mais dont la paroi refroidissante n'était

constituée que par une masse métallique sans circulation d'eau : cette paroi n'agissait, par conséquent, que par sa conductibilité propre.

Un lingot de 3.000 kilos de 400 millimètres d'épaisseur, réduit par le forgeage et le laminage en une plaque de 100 millimètres d'épaisseur, renfermait les quantités de carbone suivantes (prises faites sur la plaque même) :

	TENEUR EN CARBONE	
De 0 à 5 mm à partir de la surface dure	1.78 %	à 1.50
5 10	1.50	1.25
10 15	1.25	0.90
15 20	0.90	0.65
20 25	0.65	0.60
25 50	0.60	0.40
50 80	0.40	0.35
80 90	0.35	0.25
90 100	0.35	0.15

La courbe ABCD (fig. 2) donne la représentation de ces différentes teneurs rapportées aux épaisseurs à

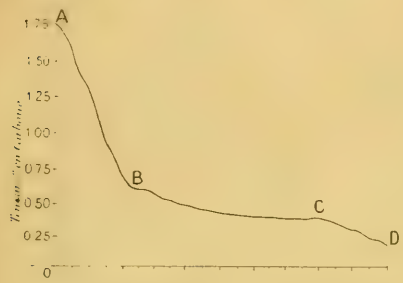


Fig. 2. — *Teneur en carbone en fonction de l'épaisseur.*

partir de la surface dure. Le point C, origine de la chute du carbone du côté de la surface douce, peut être rapproché du centre de la plaque, si l'on augmente la rapidité de refroidissement par une circulation d'eau froide.

L'économie de ce procédé, comparé au procédé Harvey, est évidente. Au lieu d'exiger un long séjour dans un four à très haute température, ce qui est très préjudiciable à la bonne qualité du métal, la cémentation se fait de suite à la coulée et peut être aussi prononcée que l'on veut. Quant à la partie arrière de la plaque, elle est aussi douce que possible, puisqu'elle se compose de l'acier extra-doux originaire, dans lequel on ne laisse pas au carbone le temps de se diffuser. On doit donc pouvoir employer du métal ordinaire sans nickel ni chrome.

D'autre part, le procédé Harvey ne permet pas de proportionner l'épaisseur de la couche d'acier de cémentation à l'épaisseur de la plaque, et c'est pour cela que les résultats obtenus sur les plaques Harvey de gros calibre ne sont pas aussi satisfaisants que sur les plaques d'épaisseur moyenne. Avec le procédé Demenge, on conçoit que le même inconvénient puisse être évité, car la cémentation sera toujours plus prononcée sur un lingot de grosse masse.

L'emploi des transmissions électriques se répand de plus en plus tous les jours, quoique un peu trop lentement peut-être au gré des électriciens. D'ailleurs, beaucoup d'industriels et d'ingénieurs en sont encore à douter des avantages du système. Le fait est étonnant, mais exact. Sans se livrer au calcul très simple qui montrerait dans chaque cas particulier quel est le système qui donnerait le meilleur rendement, ils préfèrent se dire qu'*à priori* il est absurde, au lieu d'accoupler directement la machine motrice à la machine-outil, d'intercaler entre elles une dynamo génératrice et une réceptrice. Il en résulte qu'on peut voir encore, même dans de nouvelles usines, cet enchevêtrement d'une multitude d'arbres de transmission et de courroies si laid, si encombrant, si dangereux et souvent si coûteux. Lorsqu'il s'agit de la transformation d'anciennes usines, la prudence est encore plus grande, et elle se comprend mieux ; car il faut tenir compte de la dépense de transformation qui peut, dans ce cas (mais il n'en est pas toujours ainsi), compenser les avantages que l'on retirerait d'un meilleur rendement des transmissions électriques.

Cette prudence n'est cependant pas générale, et nous enregistrons de temps en temps avec plaisir l'exemple d'un industriel que le progrès n'a pas effrayé. La jeune et téméraire Amérique nous en offre évidemment beaucoup plus que la vieille et défiante Europe. La construction des usines hydrauliques du Niagara était à peine commencée que déjà, dans les pays environnants, s'élevaient une multitude d'autres usines où n'entrera pas un gramme de charbon et qui utiliseront uniquement le courant produit par les premières. Mais, en dehors de celles-là, qui sont d'un genre tout à fait particulier, puisque l'énergie qu'elles emploient leur est directement fournie sous forme de courants électriques, nous en trouvons un grand nombre d'autres qui ont adjoint à leurs chaudières et à leurs machines à vapeur des dynamos et des moteurs électriques. *The Engineering and Mining Journal* cite deux établissements destinés au déchargement et à l'emmagasinement du charbon amené dans les grands ports. Ces établissements sont de véritables usines. L'un d'eux, situé à San Francisco, comprend plusieurs grues destinées au déchargement proprement dit et un réseau de petites voies sur lesquelles circulent des wagonnets tirés par des locomotives électriques et distribuant le charbon dans les divers dépôts. Tout cela fonctionne depuis plus de six mois de la manière la plus satisfaisante. Trois chaudières multitubulaires fournissent la vapeur à deux machines Mac Ewen tandem-compoud, de la force de 135 chevaux, tournant à 135 tours par minute et conduisant, au moyen de courroies, deux dynamos hypercompoundées de 90 kwts, 250 volts, du type multipolaire de la *General Electric Company*. Ces machines sont soumises à un régime assez pénible, puisqu'il arrive souvent que leur charge varie en une ou deux secondes de quelques chevaux à 100, ou de 130 à zéro. Un autre exemple, cité par l'*American Machinist*, est peut-être encore plus digne d'être retenu. Il s'agit de *The Baldwin Locomotive Works*, de Philadelphie. Ces usines, déjà anciennes, possédaient autrefois les transmissions ordinaires qu'elles viennent de remplacer entièrement par des transmissions électriques. L'auteur qui nous signale ce fait, charmé des avantages qui en sont résultés, le signale en termes presque dithyrambiques, mais cependant peu suspects de partialité, car ils n'émanent pas d'un électricien. Les ingénieurs de *The Baldwin Locomotive Works*, ayant constamment à transporter à travers leurs usines les lourdes pièces de locomotive qu'ils tournent, montent, ajustent, etc., eurent l'idée, pour économiser la main-d'œuvre, d'installer des ponts roulants. Mais ils étaient gênés par les courroies qui s'entrecroisaient dans tous les sens. Ils résolurent de les supprimer, et furent ainsi conduits à l'adoption des transmissions électriques. Cette transformation fit tout d'abord tomber de 500 chevaux à 250 la force motrice totale nécessaire. Ensuite, les ateliers y gagnèrent beaucoup en propreté et en clarté. Le travail s'en ressentit : il se fit plus facilement et plus vite. C'est ce dont ne tardèrent pas à s'apercevoir les ouvriers qui, tous, travaillent *aux pièces*. Nous pouvons ajouter aussi que les risques d'accidents ont été grandement diminuées.

La commande des machines par un courant électrique offre aussi cet avantage qu'on peut les placer à l'endroit de l'atelier où il semble le plus facile de les faire fonctionner. On les flanque d'un petit moteur. Il suffit dès lors d'un mince câble pour amener le courant et pour les mettre en route. Un rhéostat de réglage rend l'ouvrier maître de la vitesse de son outil. Le travail fini, une petite clef à tourner, et tout reste immobile.

Les travaux de laboratoire nécessitent souvent l'usage de courants alternatifs de fréquences diverses. Le moyen le plus simple et le moins coûteux pour se les procurer est l'emploi d'un alternateur capable de marcher à différentes vitesses. Et il est bon, il est même nécessaire que la fréquence et par suite la vitesse puissent varier d'aussi petites quantités que l'on voudra. Un moteur à courant continu répond, à ce point de vue, aux plus grandes exigences. C'est ainsi qu'on en a jugé à *University College* de Londres. Notre figure 3, empruntée à *The Electrical Review*, représente l'installation faite au laboratoire des recherches électriques. Cette installation est double, c'est-à-dire qu'elle comprend deux groupes de machines semblables nettement visibles au premier plan de notre figure. Elles ont été exécutées d'après les calculs et dessins de MM. Fleming et Kapp. Les moteurs à courant continu marchent sous une tension de 100 volts, et sont d'une force de 5 chevaux. L'armature peut donc supporter de 35 à 40 ampères. Elle est du type à anneau, formée de 216 tours de fils et rattachée à un commutateur à 72 lames. Les noyaux des électro-aimants sont en acier fondu et ont 15 centimètres de diamètre.

Les armatures des alternateurs ont une âme en fer et sont composées de 8 bobines ayant chacune 16 tours de fils. Les pôles, au nombre de huit, sont placés de chaque côté de l'armature, ceux de même nom en regard. Quand ces alternateurs marchent à la vitesse de 1250 tours, ils donnent une force électromotrice de 100 volts. Des rhéostats, intercalés d'une part dans le circuit d'excitation de l'alternateur, d'autre part dans le circuit d'armature du moteur à courant continu, permettent de régler la force électromotrice produite ainsi que la vitesse, c'est-à-dire le nombre de périodes du courant.

Les deux groupes de machines ont leurs arbres situés dans le prolongement l'un de l'autre et disposés de manière à pouvoir être facilement accouplés ou séparés. L'accouplement, en particulier, peut donner lieu à plusieurs combinaisons : selon que l'on avance une armature d'une quantité plus ou moins grande par rapport à l'autre, on décale les courants produits d'un angle variable à volonté. Si l'on a convenablement choisi le nombre et la place des boulons d'assemblage, il est possible, par exemple, d'obtenir soit des courants en concordance de phase, soit des courants biphasés ordinaires, décalés de 90°.

Depuis leur installation à *University College*, ces machines ont été complétées par quelques petits appareils accessoires. L'un d'eux sert à inscrire la forme du courant alternatif. Un autre est un indicateur hydraulique de la vitesse. Il est formé par une petite pompe centrifuge qui est accouplée à l'arbre des dynamos et qui refoule de l'eau colorée dans deux tubes dont l'un se trouve près des machines et l'autre dans la salle des essais électriques. La hauteur à laquelle l'eau se maintient dans ces tubes est fonction du nombre de tours effectués par minute et sert à le mesurer. L'instrument est, paraît il, d'une grande sensibilité et capable d'accuser une variation de moins de un pour cent dans la vitesse de rotation.

A. Gay,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

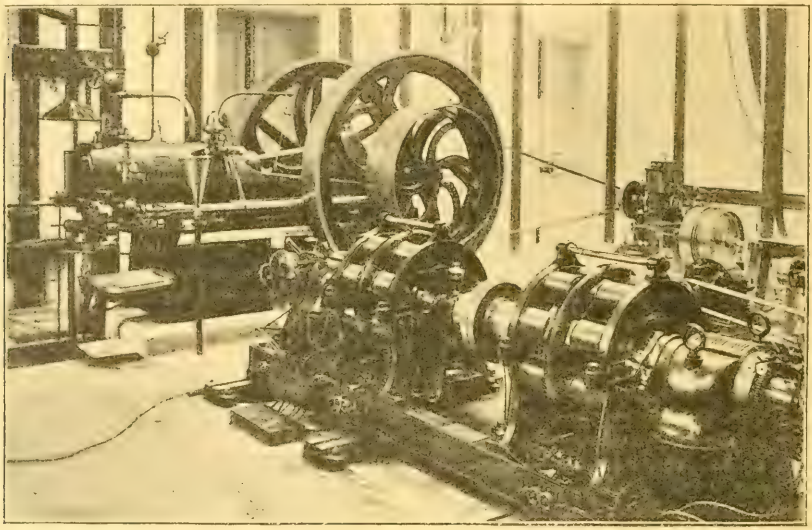


Fig. 3. — *Vue du moteur-alternateur installé au Laboratoire des recherches électriques à University-College* (Londres). — Au premier plan, on aperçoit les deux groupes de machines dynamos destinées à produire le courant électrique; au second plan se trouve le moteur à vapeur avec ses deux grands volants et les courroies servant à transmettre le mouvement aux axes des machines dynamos.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Grassmann (Hermann). — **Gesammelte mathematische und physikalische Werke,** *herausgegeben von* **Fr. Engel.** 1er *volume,* 1re *partie :* **Die Ausdehnungslehre von 1844 und die geometrische Analyse.** — *1 vol. gr. in-8° de 435 pages avec 35 fig. et un portrait de Grassmann. (Prix : 15 fr.) B. G. Teubner. Leipzig,* 1895.

Les travaux de Grassmann sont restés pendant longtemps méconnus des mathématiciens. Ce n'est qu'à la fin de sa vie que le savant géomètre et philologue a eu le bonheur de voir ses idées reprises et développées par quelques auteurs. Il est vrai que ses premiers mémoires ne sont guère d'une lecture facile ; cela doit être attribué au grand nombre de notions nouvelles que l'on y rencontre, et au formalisme si abstrait qui enveloppe leur exposé. Grassmann avait devancé ses contemporains. Cependant beaucoup de ses résultats nous sont aujourd'hui très familiers ; ils ont été retrouvés sur une voie différente par d'autres géomètres.

Le peu d'importance qu'on attacha d'abord aux recherches de Grassmann fut suivi d'une réaction, bien méritée, qui arracha de l'oubli cet éminent professeur du Collège de Stettin. Ce mouvement vient de recevoir une heureuse impulsion, grâce à l'initiative de la Société scientifique royale de Saxe, qui entreprend la publication des *Œuvres mathématiques et physiques* de Grassmann. La tâche a été confiée à M. Engel, qui s'est assuré la collaboration de plusieurs savants, et, à en juger d'après le volume dont nous avons à rendre compte, cette publication est dirigée avec beaucoup de soin. Ce n'est pas une simple reproduction des travaux de Grassmann ; chaque mémoire est accompagné de notes explicatives et critiques, qui ont pour but de faciliter leur étude.

Le tome premier a été divisé en deux parties, dont la première seule vient de paraître. Elle contient : 1° la théorie publiée en 1844 sous le nom de *Ausdehnungslehre* ; 2° l'*Analyse géométrique* (1846). La seconde partie sera consacrée au volume publié en 1862, dans lequel Grassmann expose ses idées sur une base nouvelle plus facilement abordable aux mathématiciens.

La théorie de Grassmann (Ausdehnungslehre) peut être désignée sous le nom de *Science extensive*. L'auteur la considère comme une branche nouvelle des mathématiques. Il s'est proposé de constituer une théorie des fondements abstraits de la science des grandeurs, sans avoir recours à la Géométrie, qui n'est qu'une application de son système à l'espace. Ses propositions ne doivent pas être considérées comme une simple traduction des faits géométriques dans un langage abstrait ; elles ont une importance tout à fait générale. On se trouve ainsi conduit à un procédé de calcul, qui, appliqué à la Géométrie, devient très fécond. C'est une méthode à la fois synthétique et analytique ; elle permet la résolution immédiate d'une foule de problèmes qui se présentent non seulement en Géométrie, mais encore dans toutes les branches dépendant de la science de l'étendue. L'auteur consacre en particulier plusieurs paragraphes à l'examen des principes de la Statique. Signalons aussi ses applications à la Cristallographie.

L'Analyse géométrique remporta en 1846 le prix de la Société Jablonowski qui avait proposé le problème suivant : *Reconstituer et développer le calcul géométrique de Leibnitz, ou établir un calcul analogue.* Dans ce travail Grassmann prend comme point de départ les caractéristiques de Leibnitz, en s'appuyant sur les principes qu'il venait d'exposer dans son traité de 1844. Ce mémoire doit même être envisagé comme la suite de cet ouvrage ; il contient la théorie de la multiplication intérieure avec ses applications à la Géométrie et à la Mécanique.

En France, les idées de Grassmann sont encore très peu connues. Elles ont toutefois trouvé un défenseur en la personne de M. Carvallo, qui a su les présenter sous une forme remarquablement simple, dans une série de notes insérées dans les *Nouvelles Annales* (voir en particulier l'année 1892). La lecture de ces notes pourra servir de préparation à tous ceux qui voudront s'initier aux belles méthodes que l'on doit au savant professeur de Stettin. H. Fehr.

Minel (P.), *Ingénieur des Constructions navales.* — **Régularisation des moteurs des Machines électriques.** — *1 vol. petit in-8° de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut. (Prix : broché, 2 fr. 50 ; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars et fils et G. Masson, Paris,* 1895.

Conserver aux bornes des lampes électriques une différence de potentiel constante, quelle que soit la charge, telle est la condition essentielle de tout bon éclairage : des dynamos bien compoundées maintiennent cette constante, à la condition que leur vitesse ne change pas elle-même ; mais on ne rencontre pas toujours des moteurs capables d'assurer à ces dynamos une allure régulière et indépendante de leur charge. La régularisation de ces moteurs est donc restée la plus grosse difficulté de la question. M. P. Minel a réussi à donner une solution pratique et sûre du problème, et les essais exécutés, à bord du *Neptune* et du *Borda*, ont témoigné de la perfection de sa méthode. Les principes sur lesquels elle repose sont exposés avec une grande clarté dans ce petit volume de la collection Léauté.

Le savant ingénieur ne considère dans son étude que les machines à vapeur munies de régulateurs à force centrifuge avec ressort antagoniste, agissant non pas sur la détente, mais sur la pression de vapeur : c'est la disposition adoptée généralement dans la marine. Mais la solution du problème serait étendue aisément aux autres modes de régulation.

Après avoir décrit le fonctionnement des régulateurs, l'auteur énonce des considérations générales sur ces appareils, sur leur isochronisme et leur stabilité ; il fait ressortir l'influence décisive de la forme des valves sur la marche d'une machine dans ses divers états de régime. La sensibilité des régulateurs est ensuite étudiée avec soin. Toutes ces questions sont élucidées à l'aide de courbes très suggestives, qui représentent aux yeux les divers phénomènes et parlent plus clairement à l'esprit qu'une analyse compliquée.

La seconde partie du livre est consacrée au fonctionnement, la troisième à l'installation des régulateurs : l'ouvrage se termine par l'établissement d'un avant-projet qui résume pour ainsi dire tout le travail.

Le livre de M. Minel, bien qu'il n'envisage qu'un cas particulier de la régulation des moteurs, présente un vif intérêt et il a une grande portée scientifique. M. Léauté en a écrit la préface : c'est un titre de plus à l'attention des lecteurs. A. Witz.

Schülke (Dr A.). — **Vierstellige Logarithmen-Tafeln,** *nebst* **mathematischen, physikalischen und astronomischen Tabellen,** *für den Schulgebrauch. — 1 vol. in-8 de 20 pages. (Prix : 0 fr. 75.) B.-G. Teubner. Leipzig,* 1895.

2° Sciences physiques.

Camichel (Charles). — **Étude expérimentale sur l'absorption de la lumière par les cristaux.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

L'absorption de la lumière par un milieu anisotrope cristallisé est un phénomène des plus intéressants; l'étude des conditions dans lesquelles il se produit peut fournir de précieuses indications sur les propriétés de la lumière et sur la constitution des cristaux; aussi le pléochroïsme (c'est le nom par lequel on désigne le phénomène) a-t-il été l'objet de nombreux travaux, tant expérimentaux que théoriques; mais on n'est pas encore fixé sur toutes les particularités de cette absorption, et les connaissances expérimentales, définitivement acquises, restent insuffisantes pour permettre un choix incontesté entre les diverses théories proposées. On a démontré que l'absorption, comme toutes les propriétés physiques, satisfait aux conditions de symétrie cristalline, qu'elle ne dépend que de la direction de la vibration, mais peut-elle se calculer en admettant, par exemple, la loi de l'ellipsoïde d'absorption de Mallard? Sur ce point si important et d'autres encore, les expérimentateurs ne sont pas en parfait accord; le travail très consciencieux de M. Camichel élucide quelques points intéressants de la question.

Pour faire de bonnes mesures d'absorption de la lumière, il faut avoir à sa disposition, comme appareil fondamental, un bon spectrophotomètre d'une sensibilité suffisante et permettant d'opérer dans une région peu étendue du cristal, de façon à éviter la fâcheuse influence des défauts d'homogénéité. M. Camichel a obtenu de très bons résultats en modifiant habilement l'excellent spectrophotomètre de M. Gouy; il a pu ainsi arriver à des conclusions précises. Tout d'abord, il peut répondre à cette question primordiale : les équations de la lumière sont-elles toujours linéaires dans les milieux absorbants? Pour tous les cristaux étudiés, tourmaline, épidote, ferrocyanure de potassium, andalousite, la réponse est nettement affirmative. L'auteur montre ensuite qu'une seule exponentielle suffit pour représenter l'absorption d'une vibration oblique par rapport aux axes d'élasticité optique, et que, si la théorie de l'ellipsoïde représente bien les phénomènes dans les cristaux symétriques, elle ne convient plus pour les cristaux dissymétriques, ou tout au moins il faudrait admettre que les axes de l'ellipsoïde d'absorption ne coïncident pas avec ceux d'élasticité optique. Toutefois, cette obliquité des axes, qui est un fait général dans les cristaux naturels ou à coloration propre, n'existe plus dans les cristaux dissymétriques colorés artificiellement (sel de De Sénarmont)

On doit louer M. Camichel d'avoir soigneusement indiqué et discuté la précision de ses expériences; elle surpasse, sans doute, celle qu'avait atteinte les précédents expérimentateurs, mais il se pourrait qu'elle n'ait pu encore être portée assez loin pour trancher certaines questions. Ainsi, d'après M. Carvallo, la loi d'absorption de Mallard ne se vérifierait que dans une première approximation, et même la superposition du pouvoir rotatoire à l'absorption rendrait obliques entre eux les axes principaux d'absorption. En attendant que de nouvelles méthodes photométriques permettent de pousser plus loin les recherches de ce genre, le travail de M. Camichel demeurera parmi ceux que devra consulter tout expérimentateur ou tout théoricien qui voudra étudier cette intéressante question de l'absorption de la lumière par les cristaux.

Lucien Poincaré.

Guerronnan (A.). — **Dictionnaire synonymique français, allemand, anglais, italien et latin des mots techniques et scientifiques employés en photographie.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 180 *pages.* (*Prix : 3 fr.*) *Gauthier-Villars et fils. Paris*, 1895.

Barral (Et.), *Agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Recherches sur quelques dérivés surchlorés du phénol et du benzène** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 *vol. in-8° de* 130 *pages. Imprimerie Legendre*, 14, *rue Bellecordière, Lyon*, 1895.

M. Barral étudie spécialement dans sa thèse les produits singuliers que l'on obtient en chlorant à fond le phénol ordinaire : l'un d'eux, vulgairement appelé hexachlorophénol, à cause de sa formule brute C^6Cl^6O, était jusqu'ici considéré comme un hypochlorite de perchlorophényle $Cl\text{-}O\text{-}C^6Cl^5$, bien qu'aucune de ses propriétés chimiques ne soit d'accord avec cette hypothèse.

M. Barral, après avoir donné un mode de préparation pratique de ce corps, montre qu'il se transforme avec la plus grande facilité en chloranile, sous l'action de l'acide azotique, de l'acide sulfurique, ou même de l'eau pure à 160°. Ce premier fait montre qu'il existe une relation étroite entre la quinone et l'hexachlorophénol.

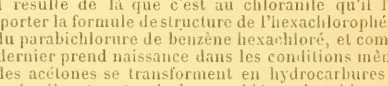
Avec les anhydrides d'acides organiques ou leurs chlorures, cette fois en présence du chlorure d'aluminium, l'hexachlorophénol donne les éthers du phénol perchloré (C^6Cl^5OH); sur les alcools il agit comme oxydant et donne, suivant les cas, un aldéhyde ou un acide.

Avec le perchlorure de phosphore, enfin, il se change en parabichlorure de benzène hexachloré C^6Cl^8, ainsi que le chloranile lui-même. Ce nouveau chlorure revient d'ailleurs à l'état de chloranile sous l'action de l'acide azotique ou de l'acide sulfurique.

Il résulte de là que c'est au chloranile qu'il faut rapporter la formule de structure de l'hexachlorophénol et du parabichlorure de benzène hexachloré, et comme ce dernier prend naissance dans les conditions mêmes où les acétones se transforment en hydrocarbures bichlorés, il est naturel de considérer le chloranile comme une diacétone 1.4.

Cette conclusion s'étend naturellement jusqu'à la quinone elle-même, et ce n'est pas la moins importante du mémoire de M. Barral, car elle permet de décider entre les deux formules de Fittig et de Graebe, qui en faisaient soit la *cyclohexadiène-dione* 1.4, soit le *dioxy* 1.4 *phène.*

En conséquence, le chloranile et les corps étudiés par l'auteur doivent s'écrire



Tétrachloro-hexadiène-dione 1.4 — *Hexachloro-hexadiène* 1.4 *one* — *Octochloro-hexadiene* 1.4

En poursuivant jusqu'à refus l'action du chlore sur le phénol, en présence du chlorure d'antimoine, M. Barral a obtenu trois dérivés isomériques surchlorés, répondant à la formule brute C^6Cl^8O et dont les propriétés ressemblent sur certains points beaucoup à celles de l'hexachlorophénol; ce sont sans doute encore des composés acétoniques; l'auteur les désigne sous le nom de *trichlorures de pentachlorocyclohexadienone.*

Tout cela est fort intéressant, mais en vérité pourquoi faire intervenir une nouvelle nomenclature dans la dénomination de ces corps, si simple avec les seules conventions de Genève? J'avoue que, pour ma part, il m'est impossible de concevoir un *chlorure de chlorocyclohexadiène*, surtout quand il s'agit de l'octochlorophénol C^6Cl^8O, qui est en réalité une *octochlorocyclohexènone* n'ayant plus la double liaison caractéristique du *cyclohexadiène.*

C'est d'ailleurs la seule critique que je puisse faire au mémoire de M. Barral : le travail est bon et les conclusions excellentes.

L. Maquenne.

3° Sciences naturelles.

Magnin (Ant.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.* — **Les lacs du Jura. N° 1 : Généralités sur la limnologie jurassienne.** 1 *vol. in-8° de 96 pages avec 17 fig. et 1 carte hors texte.* **N° 2 : Végétation des lacs du Jura Suisse.** 1 *vol. in-8° de 24 pages avec 5 fig. et 2 planches. H. Georg, à Lyon, et J.-B. Baillière, à Paris*, 1895.

M. le Dr Magnin, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon, vient de publier deux nouvelles brochures sur les lacs du Jura. — La première (Généralités sur la limnologie jurassienne) est une monographie où l'auteur nous donne tous les renseignements géographiques, géologiques, physiques, chimiques et botaniques qu'il a pu recueillir sur les lacs de sa région favorite. Elle n'est pas, d'ailleurs, seulement, une compilation des plus instructives; elle comprend aussi de nombreuses recherches faites par M. Magnin, à qui l'on doit l'exploration topographique de 66 petits lacs du Jura, et l'exploration botanique d'un nombre beaucoup plus grand encore. Les savants, voire même les amateurs et les touristes, trouveront de précieuses indications dans cet ouvrage de M. Magnin.

La deuxième brochure (végétation des lacs du Jura Suisse) s'adresse plutôt aux botanistes de profession. L'auteur s'occupe de la distribution de la végétation dans les lacs du Jura Suisse (lacs de Joux, lac Brenet, lac Ter, lac des Tallières et lac de Chailleron; ce dernier sur la frontière Franco-Suisse). Il montre comment cette végétation varie, soit dans les diverses régions d'un même lac, soit encore d'une année à l'autre.

Le travail de M. Magnin est une contribution importante et très intéressante à la limnologie française.

A. Delebecque.

Queva (Ch.), *Docteur ès sciences.* — **Recherches sur l'Anatomie de l'appareil végétatif des Taccacées et des Dioscorées.** — 1 *vol. in-8° de 460 pages avec 18 planches contenant 702 fig. Imp. L. Danel, Lille*, 1895.

Les Taccacées et les Dioscorées représentent, dans l'ordre des Liliiflores, deux petits groupes particulièrement intéressants. Les Taccacées ont un port si particulier que des botanistes sagaces, comme R. Brown et Endlicher, les ont considérées jadis comme formant des types intermédiaires aux Monocotylédones et aux Dicotylédones. On n'hésite plus à les placer à côté des Amaryllidées; elles s'en distinguent pourtant, indépendamment du port, par des caractères importants; les Taccacées présentent, en effet, une disposition particulière du filet staminal, disposition qui, s'exagérant chez plusieurs d'entre elles, produit au-dessus de l'anthère un appendice en capuchon. On ne trouve rien de pareil chez aucune autre Liliiflore. En outre des préfeuilles constituant la spathe, chaque fleur possède une petite bractée chez toutes les Taccacées. Les dix espèces qui constituent cette petite famille homogène manifestent, d'ailleurs, l'ancienneté de la famille par leur distribution géographique; car presque toutes les grandes régions tropicales ont leur petite part d'espèces propres. Leur appareil végétatif s'éloigne peu, quant à l'aspect, du type que nous avons coutume de voir chez les Liliacées et les Amaryllidées.

Les Dioscoracées sont moins éloignées des types ordinaires, au point de vue de la symétrie florale; elles occupent un rang intermédiaire entre les Liliacées et les Amaryllidées; mais elles se rapprochent aussi des Taccacées par les *Stenomeris* aux fleurs hermaphrodites, aux ovules nombreux; elles représentent aussi un terme ancien dans le monde, s'il faut en croire la répartition géographique et les documents paléontologiques. Leur port est, du reste, remarquable à beaucoup d'égards; elles sont grimpantes; les longs entrenœuds de leurs tiges aériennes portent des feuilles pétiolées à nervation réticulée, qui rappellent celles des *Smilax*, mais elles en diffèrent beaucoup par la structure.

Les grandes difficultés des problèmes que propose l'anatomie comparée de ces plantes ont tenté M. Queva; on doit lui savoir gré de les avoir affrontées. Ajoutons tout de suite qu'il s'est montré à la hauteur d'une tâche aussi difficile. Il se défend, tout d'abord, d'entreprendre un travail d'anatomie systématique; il entend seulement déterminer le type d'organisation des deux familles en mettant en évidence ce qui semble appartenir à la forme originelle et ce qui indique des adaptations ultérieures.

M. Queva a soin de commencer ses études par celle du développement de la jeune plantule lors de la germination, chaque fois qu'il le peut. Ses observations anatomiques sont suivies avec rigueur; composition histologique des faisceaux aux différents stades; parcours, extinction et réparation des faisceaux; développement des organes, sollicitent également son attention. Il s'attache surtout à connaître, par la voie du développement, la nature du tubercule dans le cas où il s'en forme. Celui du *Tacca pinnatifida* a la valeur d'une tige invaginée. Il n'en existe pas de cette sorte chez les Dioscorées, où la nature morphologique du tubercule est souvent malaisée à déterminer. Ceux du *Tamus communis* et du *Dioscorea sinuata* sont uniquement constitués par des productions secondaires; ce ne sont ni tiges ni racines; ils sont dus à une hypertrophie localisée dans la région dorsale de l'axe hypocotylé et des deux premiers entre-nœuds de la tige principale; c'est au même type qu'il faut rattacher, ce semble, le gros tubercule épigé du *Testudinaria*, dont l'auteur n'a pu suivre le développement.

Les tubercules de l'*Helmia* présentent des caractères qu'on ne trouve que dans les tiges, mais ils en diffèrent par leur point végétatif et par l'absence de feuilles.

Les *Dioscorea repanda*, *Kita* et *Batatas* représentent un troisième type; ils ont un point végétatif de racine et des faisceaux comme ceux des tiges; ils ne rentrent dans aucune des catégories établies pour les organes des plantes vasculaires.

Au contraire, le tubercule du *Dioscorea quinqueloba* est un rhizome couvert d'écailles très réduites.

M. Queva insiste avec raison sur l'intérêt que présente, au point de vue de la morphologie générale, l'apparition de nouveaux organes ne répondant pas aux définitions classiques, et cela dans une famille où l'on est unanime à trouver l'une des expressions les plus élevées du type Monocotylédone. Que les phénomènes physiologiques soient soumis d'une manière immuable aux lois physico-chimiques, que ces lois physico-chimiques s'appliquent même rigoureusement aux phénomènes fondamentaux de la morphologie, personne ne songe à le contester; mais les organismes vivants subissent à tout instant de leur évolution, et chaque organe subit sans cesse l'influence multiple des milieux; ils n'échappent pas davantage à l'influence constante et indéniable de l'hérédité; cette double intervention fait subir de singuliers écarts aux prétendues lois morphologiques. Tout esprit attentif qui étudie la nature dans la *nature* a été frappé de ces écarts; des travaux tout récents nous les révèlent jusque dans la structure intime du noyau; l'exemple sur lequel M. Queva appelle notre attention est remarquable.

Quant aux conclusions de l'auteur relativement aux affinités des Taccacées et des Dioscorées, elles ne changent rien aux rapports admis entre les deux familles. Ce point est, du reste, de peu d'importance ici. Nous nous trouvons en présence d'un travail qui révèle de la part de son auteur des qualités exceptionnelles; il serait difficile d'appuyer des conclusions positives sur une plus grande masse d'observations et de supposer une étude plus savamment *documentée*. Cette thèse (car il s'agit d'une thèse soutenue devant la Faculté des Sciences de Lille) est un témoignage des bienfaits qu'on peut attendre de la décentralisation universitaire.

Ch. Flahault.

Peytoureau (S.-A.), *Docteur en médecine, Préparateur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — **Contribution à l'étude de la Morphologie de l'armure génitale des Insectes.** *Thèse pour le Doctorat ès sciences de la Faculté des Sciences de Paris.* — *1 vol. in-8° de 250 pages, avec 43 fig. et 22 planches hors texte. Imp. Durand, 20, rue Condillac, Bordeaux.* 1895.

L'armure génitale des Insectes comprend des pièces très dissemblables dont les homologies ont toujours été fort discutées. La plupart des auteurs se sont, en effet, contentés d'étudier les formes adultes sans tenir compte des données embryogéniques; c'est ce qu'a fait en particulier Lacaze-Duthiers, dont l'ouvrage, quoique très ancien, est encore ordinairement suivi en France. Ce naturaliste a laissé de côté l'embryologie ; il ne s'est occupé que des pièces chitineuses et il a négligé les parties molles et les membranes; il a été ainsi conduit à admettre, sans preuves suffisantes, que l'armure génitale femelle des insectes était constituée par le neuvième anneau et ses appendices transformés. Cette conception de Lacaze-Duthiers a été longtemps admise, et elle est encore reproduite dans les ouvrages français; quelques auteurs, notamment Packard, ont formulé une autre opinion et ont cherché à démontrer que les pièces génitales étaient des appendices de plusieurs anneaux. Nous ne possédons pas d'observations suffisantes pour qu'il soit possible de choisir, en connaissance de cause, entre ces deux opinions, car, malgré le nombre des auteurs qui se sont occupés de ce sujet, il y en a fort peu qui aient cherché à synthétiser leurs résultats (qui, d'ailleurs, sont contradictoires le plus souvent). Il y avait donc lieu de reprendre la question en comparant les armures génitales dans les deux sexes et dans les différents groupes d'Insectes, aux différents stades du développement. C'est ce que s'est proposé de faire M. Peytoureau, qui publie aujourd'hui ses observations sur les Orthoptères, les Lépidoptères et les Coléoptères.

Les Orthoptères présentent, dans les deux sexes, à l'état adulte comme à l'état embryonnaire, onze segments abdominaux dont le dernier diffère des autres. L'armure génitale femelle est entièrement formée aux dépens des huitième et neuvième sternites et de membranes intersegmentaires; elle est formée de trois paires d'appendices principaux et de pièces accessoires. Chez le mâle, l'appareil copulateur s'ouvre après le neuvième anneau. Chez les Lepidoptères, l'abdomen a dix anneaux dans les deux sexes, et c'est toujours au delà du neuvième sternite que débouche le canal génital. Chez les Coléoptères, il y a deux types distincts, l'un à neuf anneaux (*Dytique*), et l'autre à huit (*Hydrophile*). La position de l'oviducte est variable, du septième au huitième espace intersegmentaire, tandis que le pénis se trouve toujours sur le dernier anneau.

Pendant le développement embryonnaire, l'abdomen se segmente en onze anneaux; cette division est définitive d'emblée, et le onzième anneau n'est nullement formé par le dédoublement tardif du dixième, comme quelques auteurs l'ont cru. Ce chiffre de onze n'est jamais dépassé; il est conservé dans les Insectes paléozoïques et chez les types inférieurs; dans les ordres plus spécialisés, il peut descendre à dix, à neuf et même à huit, mais jamais au delà. Plus les segments postérieurs sont métamorphosés, plus la famille s'élève dans la classe des Hexapodes et s'éloigne du type ancestral. Sauf le onzième anneau qui n'existe que dans les types inférieurs, il est très rare qu'un anneau disparaisse en entier.

L'ouverture génitale femelle présente un siège variable, mais toujours dans une membrane intersegmentaire après le septième ou le huitième anneau; l'orifice mâle occupe une position absolument fixe, dans tous les groupes, au bord postérieur du neuvième sternite. L'armure femelle est constituée d'après un type constant dans toute la classe; elle est formée par des bourgeons hypodermiques, sortes de disques imaginaux à développement tardif, qui apparaissent au début de la vie nymphale sur les huitième et neuvième anneaux; la paire postérieure se dédouble ordinairement dans la suite. Outre ces parties apophysaires, il y a encore des pièces accessoires en nombre variable. L'appareil copulateur est un pénis formé par la terminaison chitinisée du canal éjaculateur; il est entouré le plus souvent de pièces accessoires, qui, chez les Orthoptères, se développent sur le bord postérieur du neuvième sternite, comme les apophyses femelles et il en est probablement de même chez les Lépidoptères et les Hémiptères.

Il résulte des recherches de M. Peytoureau que la conception de Lacaze-Duthiers, d'après laquelle l'armure génitale des Insectes aurait la valeur d'un zoonite complet, est erronée et qu'elle doit être désormais rejetée. Mais l'auteur n'est pas aussi affirmatif que Packard sur la valeur des apophyses qui donnent naissance à ces armures, et il n'ose pas les homologuer, d'une manière absolue, à des appendices : « Ce sont, dit-il, des formations secondaires se développant comme des membres, tout en n'en étant pas. »

Les conclusions de M. Peytoureau s'appuient sur l'observation d'un grand nombre d'Insectes à l'état adulte et à l'état embryonnaire. Son travail, très documenté, est accompagné de nombreux dessins qui faciliteront la lecture, parfois un peu aride, de la partie descriptive. Le sujet qu'il a abordé, et dont l'étude exige une grande habileté manuelle, n'était pas facile à traiter; il aura eu le mérite de jeter le jour dans une question très obscure. M. Peytoureau nous fait espérer de nouvelles recherches sur les ordres d'Insectes qui ne sont pas traités dans son travail, et on ne peut que l'encourager à persister dans une voie où il a débuté d'une manière si heureuse. Il importe que des études approfondies nous fixent exactement sur la structure de l'armure génitale dans tous les ordres d'Insectes. Il y a là un vaste champ à exploiter, où M. Peytoureau trouvera certainement matière à observations intéressantes.

Dr R. Kœhler.

4° Sciences médicales.

Pr Dr C. Wernicke, *Director der Klinik.* — **Arbeiten aus der psychiatrischen Klinik in Breslau,** *Heft II.* — *1 vol. in-8° de 130 pages avec 44 fig. hors texte et 21 planches.* (*Prix : 12 fr. 50.*) *G. Thieme, éditeur, 31, Seeburgstrasse, Leipzig,* 1895.

Ce deuxième fascicule des *Travaux de la Clinique psychiatrique de Breslau*, publiés sous les auspices de M. le professeur C. Wernicke, renferme quatre mémoires du plus haut intérêt scientifique. Le Dr Paul Kemmler ouvre ce recueil par un travail *Sur les attaques convulsives avec contractions rhythmiques synchrones au pouls dans la paralysie progressive*, phénomène resté jusqu'ici presque inaperçu. A propos de *Deux cas de lésion corticale*, C. Wernicke publie une importante *Contribution à la localisation des représentations*. Le Dr Heinrich Sachs étudie *le Cerveau du malade de Forster, frappé de cécité corticale*. Le Dr E. Hahn a fait une *Etude anatomopathologique du cas de cécité psychique publié par Lissauer.*

Les deux cas de lésion corticale publiés par C. Wernicke ont un intérêt assez général pour piquer la curiosité de tous ceux qui étudient en naturalistes les fonctions du cerveau. L'épicrise qui suit ses observations a une très grande portée psychologique; nous en reproduisons ici les principaux termes.

Il s'agit, dans ces deux cas, de lésions corticales nettement délimitées, siégeant également à gauche, dans le tiers moyen des deux circonvolutions centrales et surtout de la PA. Dans les deux cas, la cause de la lésion destructive était de nature traumatique (violence extérieure, hémorragie interne avec destruction locale de substance cérébrale). La localisation étant la même, le symptôme clinique principal ne pouvait différer : il consistait en une *paralysie du tact* de la main droite avec altération, relativement légère, de la sensibilité générale et de la motilité, et troubles du langage, rappelant ceux de la paralysie générale, évidemment dus

à la lésion en foyer située en arrière et au-dessus de la circonvolution de Broca, et qu'on doit rapporter à un trouble d'innervation motrice transcorticale.

Ces deux cas, en somme, ne présentent guère de différences essentielles, et le symptôme principal, la paralysie du tact, était si semblable, qu'il dépendait manifestement de la destruction d'un même point de l'écorce. Le phénomène de déficit, mis en évidence par l'observation clinique, consistait donc dans la *perte des représentations tactiles* de la main droite. « Que des espèces déterminées de représentations se perdent par la destruction de certains points déterminés du cerveau, on ne l'avait sûrement établi jusqu'ici par l'observation clinique que pour deux territoires de l'écorce, la circonvolution de Broca pour les représentations motrices du langage, et la T_1 gauche pour les images tonales des mots. Il faut y joindre maintenant ce territoire de l'écorce cérébrale qui a été trouvé lésé dans nos deux cas et qui appartient au tiers moyen des circonvolutions centrales, en particulier de la PA. »

En réalité, les deux malades n'avaient pas entièrement perdu les représentations tactiles des choses, puisqu'ils étaient capables de reconnaître, avec la main gauche, ce genre de propriétés des corps. Mais cela prouve seulement, selon Wernicke, que les représentations tactiles sont doublement représentées dans le cerveau, suivant qu'elles ont été acquises par la main droite ou par la main gauche. La représentation tactile des objets, ou l'élément tactile qui entre dans leurs représentations, peut donc être absolument perdu quand la lésion destructive affecte à la fois les deux régions corticales identiques dont nous parlons sur les deux hémisphères. On peut encore dire que, dans ce cas, les représentations des choses ne peuvent être évoquées par le tact. Par *représentations tactiles*, il faut donc entendre désormais, avec Wernicke, les *images* commémoratives des *sensations tactiles* d'objets concrets, revenant constamment, pour les mêmes objets, dans les mêmes conditions. On a le droit de rapporter à la perte de ces images tout cas de paralysie tactile, c'est-à-dire d'abolition de la faculté de reconnaître les objets par le tact, toutes les fois que des troubles de la sensibilité générale pouvant expliquer ce symptôme ou manquent complètement, ou sont trop minimes pour en rendre raison.

On rencontre, quoique rarement, des troubles de sensibilité capables de déterminer une *paralysie tactile* (*Tastlähmung*). La cause de cette rareté, c'est que, seuls, les troubles les plus graves de la sensibilité peuvent produire cet effet, troubles qui équivalent à peu près à la solution complète de continuité des voies nerveuses de la sensibilité. La sensation cutanée, grâce à laquelle nous nous orientons sur notre propre corps, la sensation articulaire, qui nous renseigne sur la position de nos doigts, participent évidemment à la reconnaissance des impressions tactiles : les troubles des premières doivent retentir sur celles-ci. L'anesthésie, avec perte totale de la sensation de contact et de la faculté de localisation dans l'espace, s'observe très souvent consécutivement aux lésions des troncs nerveux périphériques. Si la sensation de position est mieux conservée, le tact ne sera que peu altéré : la plupart des objets, et surtout ceux de grande dimension, seront reconnus par ce sens, les yeux étant fermés. La perte complète de la sensibilité doit naturellement abolir aussi le tact; car la communication de l'organe du tact avec l'écorce, lieu des représentations, est alors tout à fait interrompue. Ajoutez que, le faisceau sensitif s'irradiant dans l'écorce cérébrale, la destruction de l'écorce qui abolit le tact interrompt en même temps certaines voies de la sensibilité.

Une première question est celle-ci : Où localiser dans l'écorce le substratum anatomique des représentations tactiles? Là où elles ont été acquises, là où pour chaque objet concret les mêmes sensations se sont répétées, toujours dans le même ordre et avec la même suite, toutes les fois que le processus tactile a eu lieu. Les groupes de sensations perçues ainsi, fonctionnellement associées au moyen de faisceaux d'association, ont pour substratum anatomique les cellules nerveuses de l'écorce représentant ces sensations. Les représentations tactiles de la main doivent donc être localisées, sous forme de pareils groupements cellulaires reliés entre eux par des fibres nerveuses, dans la région de l'écorce affectée de lésion destructive chez les deux malades de Wernicke.

L'éminent clinicien remarque ici que, tous les mouvements isolés ou combinés de la main droite et des doigts étant revenus, on ne peut dire que les *représentations motrices* aient subi chez ces malades quelque grave dommage. L'usage défectueux qu'ils faisaient de leur main droite, les yeux fermés, dépendait bien plus de la perte de leurs représentations tactiles. Le moyen, en effet, de bien manipuler les objets qu'on ne reconnaît pas, les yeux clos, par le tact? Une grande partie de la maladresse de ces malades à boutonner leur habit, peut être, à la vérité, attribuée à la perte des images motrices correspondantes; ce qui est sûr, c'est que l'occlusion des yeux intervenait ici, car le même mouvement était bien exécuté avec les yeux ouverts, et il ne pouvait être question de représentations tactiles. La représentation tactile, plus différenciée, a dû disparaître avant la représentation motrice. Munk a établi, en effet, et l'observation pathologique le confirme, que les fonctions les plus complexes de l'écorce sont perdues les premières.

Chez l'un de ces malades, les sensations de *douleur* et de *température* ne présentaient aucune altération, mais la sensation de *contact*, au moins pour les contacts légers de la main et de l'avant-bras, était abolie, quoique conservée sur le bras. Quelques jours plus tard, les contacts légers étaient perçus partout, mais ne pouvaient être localisés sur la main et sur les doigts. La sensibilité cutanée est donc affectée aussi, comme la motilité, dans des lésions circonscrites de l'écorce.

Enfin, fait très intéressant, chez ces deux malades, les mouvements de l'écriture sont redevenus normaux. L'un d'eux pouvait même écrire les yeux fermés. Ce retour de la faculté d'écrire a coïncidé simplement avec celui des mouvements des doigts et de la main. Il en résulte, dit Wernicke, que « des représentations motrices graphiques » font partie les représentations de toutes les espèces de mouvements spécialisés, qu'ils se perdent et réapparaissent avec ceux-ci. « L'existence d'un centre spécial, localisé, des mouvements de l'écriture, analogue au centre des mouvements d'articulation localisé dans la circonvolution de Broca, admise par Charcot et par ses élèves, est donc absolument invraisemblable. »

Jules Soury.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs*. 533e et 534e *livraisons*. (*Prix de chaque livraison*, 1 *fr.*) *H. Ladmirault et Cie*, 61, *rue de Rennes*.

Nous signalerons particulièrement dans les 533e et 534e livraisons une monographie très complète de la *Locomotive*, due à M. E. Desdouits. L'auteur passe successivement en revue : l'historique de la découverte, le principe du fonctionnement des locomotives (adhérence), la description générale (chaudières et accessoires, machine motrice, coulisse pour changement de marche, châssis), la puissance et l'effort moteur, la vitesse et le rendement économique. Il indique en outre une classification des machines, décrit les principaux types actuellement en usage et les perfectionnements qu'on y a apportés récemment, et donne quelques renseignements sur le service des locomotives. Dans les mêmes livraisons on remarquera une étude physiologique de la *locomotion*, par M. P. Langlois.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 Août 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. **Paul Serret** appelle, par analogie, *équilatère* toute courbe d'ordre n

$$0 = \Pi_n = \Phi_{n,0} + \Phi_{n-2}(x, y)$$

dont les asymptotes forment un faisceau régulier : $\Phi_{n,0} = 0$, et, à défaut d'un terme mieux approprié, il convient d'appeler centre d'une telle courbe le point de concours O de ses asymptotes. Il étudie les propriétés de ces courbes par la théorie des foyers, comme représentation des tangentes isotropes issues de ces points, et en vertu de la notion antérieure du groupe conjugué de n droites, appliquée spécialement aux plus simples de ces groupes ou aux faisceaux réguliers d'ordre n. — M. **Faurie** continue l'étude des déformations permanentes et de la rupture des corps solides. Il déduit d'abord, des formules établies par lui antérieurement, les valeurs des allongements aux moments des maxima de la charge et montre que ces allongements sont égaux aux allongements observés. Le même auteur considère deux nouvelles charges voisines de la charge de rupture, désignées sous les dénominations de maximum d'énergie potentielle élastique et de maximum d'énergie cinétique de traction, charges spéciales que l'expérience met bien en évidence.

2° Sciences physiques. — M. **Ch.-V. Zenger** donne la description des nombreux orages et tremblements de terre ayant eu lieu en Autriche pendant le mois de juin. L'auteur résume ainsi l'ensemble des observations : 1° L'activité solaire a été très grande; 2° les perturbations magnétiques très amples et très fréquentes; 3° les tremblements de terre, les orages cycloniques, de violence extraordinaire, ont concordé avec l'apparition de bolides nombreux et brillants et avec le passage de nombreuses étoiles filantes. — M. **Ch. Fiesse** adresse, de Washington, un mémoire relatif à un nouveau carburateur, applicable à divers moteurs et utilisable pour la navigation aérienne. — M. **G.-T. Lhuillier** a repris l'étude de la conductibilité des mélanges de limailles métalliques et de diélectriques. 1° Le diélectrique ne devient pas conducteur, même sous une épaisseur inférieure à 1 μ, et les gaines liquides considérées jusqu'ici ne jouent qu'un rôle mécanique. 2° Dans le cas des diélectriques organiques, la conductibilité est établie concurremment par des particules métalliques entraînées et par des particules de carbone provenant de la décomposition du diélectrique; dans le cas du soufre, elle l'est par les premières seules. — M. **Raoul Varet** expose l'étude thermique des combinaisons du cyanure de mercure avec les chlorures et discute la constitution des chlorocyanures. L'auteur utilise l'action de l'acide picrique et des picrates sur les cyanures métalliques pour distinguer si, dans ces combinaisons, le cyanogène reste uni au mercure ou se combine à l'autre métal; les résultats obtenus par cette méthode concordent complètement avec ceux fournis par l'étude thermique. — M. **Delaurier** rappelle les progrès qu'il a réalisés, par l'emploi du bichromate de soude, dans la construction des piles. — M. **Th. Schlœsing** a fait une étude chimique des allumettes à pâte explosive. Le chlorate de potasse, parmi les comburants, et le phosphore rouge, parmi les combustibles, tiennent le premier rang; leur mélange est un explosif dangereux quand il est sec, alors même qu'il est tempéré par la présence d'un colloïde et d'une forte proportion de matières inertes; néanmoins, ce sont tous deux des éléments nécessaires à la constitution d'une pâte. Les corps à combustion fusante, soufre, hyposulfite de plomb, sulfures d'antimoine, atténuent la rapidité de la combustion. L'étude des fumées a montré qu'elles contenaient de grandes quantités de phosphore, d'antimoine et de plomb, ce qui impose la nécessité d'éviter les inflammations accidentelles pendant leur fabrication. La substitution des pâtes explosives aux pâtes à phosphore blanc est donc un problème encore fort complexe et nullement résolu. — M. **Paul Lemoult** a entrepris l'étude thermochimique de l'acide cyanurique; il donne la chaleur de combustion de cet acide, les chaleurs de dissolution de l'acide anhydre et hydraté, puis la chaleur de neutralisation pour les acides dissous. Comme l'acide phosphorique, l'acide cyanurique est un acide mixte où les trois molécules de base, successivement unies à l'acide, le sont à des titres différents. — M. **J. Guinchaut** a étudié la chaleur de combustion de quelques éthers β-cétoniques, jouant le rôle d'acides, afin de se rendre compte si, comme cela a lieu pour les acides carboxylés, la chaleur de combustion est toujours inférieure à celle des isomères neutres. Les résultats montrent que la formation de ces dérivés acides a lieu avec un excès de dépense d'énergie, fait qui pourrait s'expliquer par la transformation du groupe acétyle $CH^3.CO$ en groupe $CH^2 = COH$. — M. **A. Bouffard**, dans le but de remédier à l'obstacle apporté à la vinification des pays chauds par les hautes températures de fermentation, a déterminé directement la quantité de chaleur dégagée dans la fermentation alcoolique. La détermination directe montre que la chaleur est comprise entre 24 et 32^{cal} par 180 grammes de sucre, nombre éloigné de 71^{cal}, quantité admise; il en résulte que des appareils d'une puissance réfrigérante modérée pourront suffire pour améliorer la vinification des pays chauds. — MM. **G. Nivière** et **A. Hubert** ont repris l'étude de la gomme des vins; ils indiquent son mode d'extraction et ses principales propriétés; son dosage dans les vins donnerait une indication de plus pour déceler le vin de raisins secs. Cette gomme est différente de la gomme arabique; elle paraît résulter de la condensation de n molécules de galactose soudées ensemble avec élimination d'eau.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Vaudin** étudie la migration du phosphate de chaux dans les plantes. Ce sel est maintenu en dissolution par le sucre à l'aide des malates. Au fur et à mesure de la transformation du sucre en amidon, les phosphates se déposent et les malates se détruisent en même temps ou persistent à l'état de succinates. — M. **Sappin-Trouffy** fournit une note sur l'origine du noyau dans la formation des spores et dans l'acte de la fécondation chez les Urédinées; les résultats de l'auteur diffèrent de ceux de MM. Poirault et Raciborsky. Les cellules du mycélium ont un ou deux noyaux par cellule : les cellules hyméniales, qui donnent naissance aux télentospores, renferment normalement deux noyaux frères.

J. Martin.

Séance du 26 Août 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Le Cadet** adresse ses observations de la comète Swift (20 août 1895), faites à l'équatorial coudé (0^m,32) de l'Observatoire de Lyon. — M. **Borrelly** envoie ses observations de la planète (322) Phao, faites à l'Observatoire de Marseille

(équatorial de $0^m,26$ d'ouverture). — M. **Paul Serret** continue l'étude des propriétés des faisceaux réguliers et des équilatères d'ordre n. 1° Le lieu du centre des équilatères du faisceau :

$$0 = H_n + \lambda H'_n \equiv H''_n$$

est un cercle pour n quelconque, comme pour $n = 2$. 2° Si les équilatères $H_n H'_n$ qui déterminent un faisceau ont leurs asymptotes parallèles, le cercle, lieu du centre, se réduit à une ligne droite; en même temps, l'une des courbes du faisceau s'abaisse au degré $n - 1$, qui n'est plus un équilatère proprement dit, hors le cas où $n = 3$.

2° Sciences physiques. — M. **G. Nodel** adresse une note relative à un appareil électrique destiné à prévenir les accidents sur les lignes de chemins de fer. — M. **Ch.-V. Zenger** décrit son appareil électrodynamique modifié, qui permet de démontrer facilement les lois suivantes : 1° Que le mouvement planétaire suit les lois électrodynamiques de Gauss; 2° que l'axe de l'orbite planétaire est fixe, tant que la force de l'électroaimant est constante, et d'une certaine grandeur, qui dépend de la force magnétique de l'électroaimant et de la grandeur de la sphère; 3° que la principale action du troisième pôle perturbant le mouvement orbiculaire elliptique est le changement de position du grand axe de l'orbite. — M. **Ch.-V. Zenger**, pour supprimer les sons amphoriques produits dans l'espace rempli d'air du stéthoscope, a construit un appareil en bois plein, qui a la forme d'un ellipsoïde de révolution coupé par deux plans perpendiculaires au grand axe passant par les foyers. — M. **Paul Lemoult** donne la chaleur de dissolution et de formation des cyanurates de sodium et de potassium. L'auteur a pu préparer les trois cyanurates de soude et deux seulement des sels de potasse. L'eau est sans action sur leurs solutions. — MM. **Rietsch** et **Herselin** ont étudié comparativement la fermentation apiculée et la fermentation elliptique et l'influence de l'aération dans cette dernière fermentation à haute température. 1° Pour les liquides fermentés ayant plus de 4°, l'alcool formé par les levûres apiculées coûte plus de sucre que celui dû aux levûres elliptiques. 2° L'aération est favorable par l'oxydation qu'elle détermine, indépendamment de l'abaissement de température qu'elle procure en même temps dans la pratique. 3° Le refroidissement au-dessous de 30° a des effets bien plus prononcés que l'aération. — M. **Balland** communique les résultats de quelques observations sur les ustensiles en aluminium. 1° Le poids des ustensiles n'a pas l'uniformité qu'il devrait avoir; les écarts tiennent au décapage à la soude. 2° Dans les conditions ordinaires de la vie du soldat, les ustensiles offrent une résistance suffisante à l'action des mets et des liquides. 3° L'eau ordinaire attaque lentement l'aluminium partout où le métal retient des métaux étrangers. 4° Dans l'eau salée, les mêmes effets se reproduisent, mais à un degré plus prononcé.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Ad. Chatin** présente une note sur les truffes de Chypre, de Smyrne et de La Calle. D'après les récoltes de M. Gennadius, il résulte bien que la truffe existe sûrement en Grèce, dans la Thessalie, à l'île de Chypre; c'est la *Terfezia Claveryi* qu'on retrouve partout, même en Algérie. — M. **Devivaise** adresse une note relative à l'utilité de l'emploi de l'*aileron* ou bourgeon anticipé de la vigne. — MM. **F. Gley et Pachon** montrent le rôle du foie dans l'action anticoagulante de la peptone. Liant sur le chien les vaisseaux lymphatiques qui sortent du foie, on injecte dans une veine une solution de peptone. Dans cette condition, l'effet de la peptone est annihilé : le sang reste coagulable. C'est donc dans le foie que se forme la substance anticoagulante.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 27 Août 1895.

M. **G. Colin** (d'Alfort) revient sur la question de la toxicité de l'alcool. Il montre que les expériences faites jusqu'ici ont été très défectueuses et ne peuvent conduire au but qu'on se proposait; il indique ce qui devrait être tenté pour y arriver. — M. **Javal** insiste sur la nécessité d'introduire dans l'enseignement l'écriture droite, comme plus favorable au développement de la vue normale.

Séance du 3 Septembre 1895.

M. **Moncorvo** fait une communication sur la valeur hypnotique du trional chez les enfants. Son action lui a paru la plus prompte et la plus sûre et c'est le corps qui a été le mieux toléré. Ce médicament possède d'ailleurs une action sédative sur le cerveau dont on pourra profiter pour combattre des phénomènes d'excitation nerveuse ou psychique.

Séance du 10 Septembre 1895.

M. le Dr **Huguet** envoie une note sur un cas de mastite traumatique observé par lui chez l'homme.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Dernières communications.

M. **Béhal**, à côté des produits qu'il a fait connaître antérieurement, a obtenu un acide bibasique en C^6. Cet acide fond à 143°-144°, et donne, par distillation, un anhydride fondant vers 22°; il correspond à l'acide diméthylsuccinique dissymétrique, ainsi que M. Béhal s'en est assuré, en préparant ce dernier à l'aide du bromo-isobutyrate d'éthyle et du malonate d'éthyle. M. Béhal expose ensuite les résultats des recherches qu'il a poursuivies en collaboration avec M. **Blaise** sur les produits de l'action de l'hypoazotide sur l'acide camphol énique inactif. Le dérivé bleu, déjà signalé antérieurement, ou dérivé céruléo-camphol énique, dissous dans l'alcool ou l'éther, donne un composé blanc, insoluble. Fondu, ce dérivé blanc redonne le corps bleu. Ces deux produits, le blanc étant un polymère du bleu, sont des nitrosocamphol énolactones. La potasse alcoolique les réduit et donne un dérivé azoïque ou azoxique que l'amalgame du sodium transforme en une hydrazine. Avec l'étain et l'acide acétique, on obtient une amine identique à celle fournie par le nitrite de camphol énolactone. — M. **Burcker** a obtenu un composé de formule $C^{15}H^{20}O^2$ par l'action de l'anhydride camphorique sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium. Ce corps se forme avec élimination d'oxyde de carbone. C'est un acide faible; sa formule de constitution et ses propriétés le rapprochent de l'acide camphol énique. Ses sels sont, en effet, décomposés par l'acide carbonique, et il donne, avec les alcools méthylique et éthylique, des éthers cristallisés, très difficilement saponifiables par les alcalis. — MM. **Villiers et Fayolle** communiquent un procédé extrêmement sensible pour la recherche de l'acide borique. On chasse ce composé des cendres des produits analysés en les distillant avec un excès d'alcool méthylique en présence d'acide sulfurique. On enflamme la solution méthylique obtenue et on obtient, en présence de traces d'acide borique, une magnifique coloration verte. Cette méthode, appliquée à l'analyse de vins français et de vins algériens, ne donne pas la réaction de l'acide borique; en raison de son extrême sensibilité, on peut conclure que, lorsque ces vins renferment ce composé, il résulte d'une addition de substances étrangères. — M. **Maumené** discute les réactions de la lampe sans flamme, dite lampe de Tollens, destinée à la préparation de l'aldéhyde méthylique; il discute également le travail de M. Schutzenberger relatif au poids atomique du cérium. — M. Engel analyse une note de M. **Massol** sur les points de fusion des acides de la série grasse. Ces points de fusion peuvent

se ranger en deux séries, suivant que le nombre des atomes de carbone est pair ou impair. Les courbes représentant ces deux séries, après une incurvation préliminaire, deviennent sensiblement parallèles. — M. **Hébert** a trouvé un gallate ou un tannate de fer dans la sève de la liane à eau du Congo français. De la sève du bananier, de même origine, lui a donné une matière colorante déjà signalée par Boussingault, et une certaine quantité d'acide oléique à l'état de sel alcalin. Dans la sève de la vigne, il a reconnu l'existence du glucose et d'un tanin particulier. — M. **Charon** a reconnu que l'aldéhyde crotonique préparé, soit par la méthode de Lieben, soit par celle de MM. Newbury et Orndorff, est un produit unique et non un mélange des deux stéréo-isomères. En oxydant, en effet, cette aldéhyde par l'oxyde d'argent au-dessous de 50°, on obtient un produit unique, l'acide crotonique solide, et cela, avec un rendement atteignant 90 °/₀. Des produits de l'oxydation spontanée à l'air, on ne peut également extraire qu'un seul produit acide, l'acide crotonique solide. Hydrogénée par le couple zinc-cuivre en solution acétique, cette aldéhyde donne environ 1 °/₀ d'aldéhyde butylique normale, 25 °/₀ d'alcool crotonylique et 50 à 60 °/₀ d'un glycol non saturé en C^8.

$$CH^3—CH=CH—CHOH—CHOH—CH=CH—CH^3.$$

Il a été déposé à cette séance deux notes de M. **Thomas-Mamert** sur la non-existence de la stéréo-isomérie dans les dérivés aminobutènedioïques et sur les aminobutènecamidoates d'éthyle; une note de M. **Granger** sur l'action des combinaisons halogénées du phosphore sur le cuivre; une note de M. **Fouzes-Diacon** sur une nouvelle préparation du glycérose; une note de M. **Delacre** sur la tryphényléthanone et la triphényléthanolone. Er. Charon.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

L. Mond, F. R. S., **W. Ramsay**, F. R. S. et **J. Shields** : Sur l'occlusion de l'hydrogène et de l'oxygène par la mousse de platine. — Voici les résultats des expériences des auteurs : 1° La mousse de platine, séchée à 100°, retient en général 0,5 °/₀ d'eau; celle-ci est seulement chassée en chauffant à environ 400° dans le vide. La densité de la mousse de platine séchée à 100° est de 19,4 et, en tenant compte de l'eau qu'elle retient à cette température, de 21,5. 2° La mousse de platine contient environ 100 fois son volume d'oxygène; celui-ci ne commence à se dégager en grande quantité qu'en chauffant dans le vide à 300°; à 400°, il est en majeure partie chassé, mais ce n'est qu'au rouge qu'il est complètement expulsé. 3° En déterminant la quantité d'hydrogène occlus par la mousse de platine, il faut soigneusement distinguer entre l'hydrogène destiné à former de l'eau par sa combinaison avec l'oxygène toujours occlus dans le platine et l'hydrogène réellement absorbé par le platine *per se*. Le platine absorbe environ 310 fois son volume d'hydrogène, mais 200 sont destinés à former de l'eau et il n'y en a que 110 réellement occlus. Une partie se dégage déjà à la température ordinaire dans le vide; la plus grande quantité s'échappe entre 250°-300°, mais la chaleur rouge est nécessaire pour une expulsion complète. La quantité d'hydrogène absorbé est fortement influencée par les plus légères impuretés. 4° Les auteurs ne croient pas qu'il y ait de raisons suffisantes pour admettre l'existence de composés chimiques $Pt^{30}H^3$ et $Pt^{50}H^2$, indiqués par Berliner et Berthelot. De plus, l'opinion des auteurs est que les chaleurs de combinaison de l'hydrogène et du platine, déterminées par Berthelot et Favre, n'ont aucune valeur, et que la chaleur que ces savants ont mesurée est due pour la plus grande partie, si ce n'est entièrement, à la formation d'eau par combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène occlus dans le platine.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

La Société a récemment reçu les communications suivantes :

M. **S.-P. Thompson** : *Une expérience d'Ampère passée inaperçue.* Ampère fit, en 1822, une expérience qui, s'il l'avait soigneusement poursuivie, l'eût conduit à la découverte de l'induction dix ans avant la publication des résultats de Faraday. En cherchant à découvrir la présence d'un courant électrique dans un conducteur situé au voisinage d'un autre conducteur parcouru par un courant électrique, Ampère fit l'expérience suivante : Une bobine, formée d'une bande de cuivre isolé, était fixée avec son plan vertical, et un anneau de cuivre était suspendu par un fil de métal très fin, de façon à être concentrique à la bobine et à être dans le même plan. Un barreau aimanté était disposé de telle sorte que « si un courant électrique eût été induit dans l'anneau suspendu, il y aurait eu une déviation de cet anneau ». On n'en observe aucune. En 1822, Ampère répéta l'expérience avec de De la Rive, en employant, au lieu du barreau aimanté, un puissant aimant en fer à cheval. Il décrit l'expérience dans les termes suivants : « Le circuit fermé étant soumis à l'influence du courant de la bobine, mais sans connexion avec elle, était attiré et repoussé alternativement par l'aimant, et l'expérience conduirait ainsi à ne pas douter de la production des courants électriques par induction si l'on n'avait pas soupçonné la présence d'une petite quantité de fer dans le cuivre dont l'anneau était formé. » Après la publication des résultats de Faraday en 1831, Ampère décrivait de nouveau son expérience de 1822 : « Au moment où l'on reliait la pile aux bornes du conducteur, l'anneau était attiré ou repoussé par l'aimant, suivant le pôle qu'on présentait à l'anneau. » — M. **G. Rhodes** : Théorie du moteur synchrone. L'auteur part de l'équation de l'énergie :

$$p + c^2R = cE \cos\psi$$

où p est le travail moteur, R la résistance de l'armature, c le courant dans l'armature, E la f. é. m. appliquée aux bornes, et ψ la différence de phase entre c et E. Il déduit de ses calculs la démonstration théorique du fait observé par M. Silvanus Thompson, qu'un moteur synchrone, qui reçoit un excès d'excitation, agit comme un condensateur, et tend à faire prendre de l'avance au courant par rapport à la f. é. m. du générateur. M. S. Thompson déclare qu'il faut retenir de cette analyse les deux résultats suivants : d'abord, que le courant maximum à puissance nulle est le même que si le circuit était sans induction; ensuite, que le courant maximum à puissance nulle est le double du courant correspondant à un travail extérieur maximum. — M. **Bryan** : Sur une interprétation graphique simple de la relation fondamentale de la dynamique. — M. **Herroun** : Sur un voltamètre à iode. A l'exception du mercure à l'état mercureux, aucun corps n'a un plus grand équivalent électrochimique que l'iode; et, en outre, en titrant une liqueur par l'hyposulfite de soude, il est possible de déterminer la quantité d'iode mise en liberté avec une plus grande exactitude qu'on n'en peut avoir en pesant un dépôt de cuivre ou d'argent. La solution voltamétrique employée est une solution d'iodure de zinc à 10 ou 15 °/₀. L'anode est un plateau de platine situé au fond du vase, la cathode consiste en un barreau de zinc amalgamé. On emploie une solution d'hyposulfite telle qu'un centimètre cube corresponde à la quantité d'iode mise en liberté par le passage de 5 coulombs. La solution contient 12gr,8375 d'hyposulfite de soude pur cristallisé par litre. En comparant avec un voltamètre à argent, on a obtenu d'une part 0amp,264, d'autre part 0amp,266 pour le même courant. M. Silvanus Thompson remarque qu'on a des nombres encore plus concordants en prenant pour le poids atomique de l'argent la valeur 107,7 au lieu du nombre approché 108. — M. **Sharp** : Nouvelle méthode d'*analyse* harmonique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

La Société a reçu récemment les communications suivantes :

M. **Alfred C. Chapman** décrit quelques-uns des dérivés de l'humulène et s'étend spécialement sur le chlorhydrate de l'humulène-nitrol-pipéride ($C^{15}H^{24}AzOAzC^5H^{10}HCl$), sur l'humulène-nitrol-benzylamine ($C^{15}H^{24}AzOAzHCH^2C^6H^5$), sur le nitrosate d'humulène $C^{15}H^{22}Az^2O^4$ et le nitrosite $C^{15}H^{24}Az^2O^3$. — M. **Edna Walter** publie une note sur les thiodérivés de l'acide sulfanilique. — M. **William Ramsay** F. R. S. **J. Norman Collie** et **Morris Travers** font une deuxième communication sur l'*hélium* qu'ils ont retrouvé dans plusieurs minéraux contenant de l'uranium. Ils ont déterminé la densité de ce corps sur des échantillons provenant l'un de la clévéite, l'autre de la broggérite chauffée seule, le troisième de la broggérite chauffée dans l'hydrogène et le sulfate de potasse. On a observé dans toutes ces expériences que l'hydrogène n'est pas entré en combinaison avec l'hélium. Ce corps a pour poids atomique 4,4; sa solubilité dans l'eau est de 0,007 à 18° : c'est donc le gaz le moins soluble dans ce liquide. — M. **H. Fenton**, en partant de l'acide $C^4H^4O^6.2H^2O$ déjà décrit par lui, a trouvé que, sous l'influence de diverses circonstances, il se transformait en aldéhyde glycolique et acide carbonique suivant l'équation :

$$C^4H^4O^6 = C^2H^4O^2 + 2\,CO^2.$$

Il s'est assuré de la présence de cette aldéhyde en l'oxydant. Il a obtenu ainsi l'acide glycolique; de plus, avec un excès d'acétate et phénylhydrazine, il a préparé la phénylosazone du glyoxal :

$$\begin{array}{l} CH-Az^2HC^6H^5 \\ | \\ CH-Az^2HC^6H^5 \end{array}$$

Cette décomposition pourrait servir à préparer facilement cette alhéhyde. — M. **M. James Walker** et **J. R. Appleyard** publient leurs travaux sur la stéréochimie des éthers-sels de l'acide éthanetétracarboxylique. — MM. **Philipps Bedson** et **Saville Shaw** signalent la présence de l'argon dans les gaz extraits du sel marin provenant des environs de Middlesborough. — **M. K. Rose** a étudié la dissociation du chlorure d'or dont il a mesuré la tension de dissociation à différentes températures jusqu'à 332°. L'action chimique limite est représentée par l'équation :

$$AuCl^3 \rightleftarrows AuCl + Cl^2.$$

Les pressions totales observées lorsqu'on chauffe en vase clos un mélange de $AuCl^3$ et $AuCl$ sont beaucoup plus élevées que les tensions de dissociation. Cela est dû à la pression de la vapeur de $AuCl^3$, qui augmente considérablement entre 200et 390°. Les pressions maximum sont de beaucoup diminuées si l'on a la précaution de sécher soigneusement les substances à expérimenter. Le même auteur a déterminé quelques propriétés physiques des chlorures d'or. Le point de fusion du trichlorure est de 288° pour une pression de chlore égale à deux atmosphères; sa densité est de 4,3, tandis que celle du monochlorure est de 7,4. Ces déterminations tendent à prouver que le volume atomique du chlore, dans ses combinaisons avec l'or, est de $4 \times 5,1$ au lieu de $3 \times 5,1$, comme l'a dit Schrôder pour quelques autres composés. — M. **J. Tudor Cundall**, étudiant la dissociation du peroxyde d'azote liquide, a déterminé l'influence du dissolvant. Ses expériences ont porté sur 14 liquides indifférents. La température joue un rôle considérable dans la dissociation. L'auteur a également remarqué que la constitution du dissolvant a une influence sur la dissociation; il a trouvé, en particulier, que le chlorure d'éthylène est moins actif dans ce cas que le chlorure d'éthylidène. — M. **Francis R. Japp F.-R.-S.** et **Druce Lander** ont obtenu, en chauffant un mélange de benzile et d'acétoacétate d'éthyle avec l'alcoolate de sodium, un produit de condensation qui se forme d'après l'équation :

$$2C^{14}H^{16}O^3 + C^6H^{10}O^3 = C^{34}H^{28}O^6 + H^2O.$$

C'est l'anhydrodibenzylacétoacétate d'éthyle, fondant à 210-211°; on n'a pu arriver à en isoler l'acide correspondant; on en a fait les dérivés éthylés, isobutylés, etc. Oxydé avec l'acide chromique, le produit de condensation fournit l'acide monobasique $C^{22}H^{16}O^4$ qui, chauffé à 200°, donne comme produit de décomposition, le corps $C^{21}H^{16}O^2$; on peut assigner à ces deux composés les formules suivantes :

$$\begin{array}{c} C^6H^5CO \\ | \\ C^6H^5-C-COOH \\ | \\ C^6H^5-CO \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{c} C^6H^5CO \\ | \\ C^6H^5-CH \\ | \\ C^6H^5-CO \end{array}$$

Acide phényldibenzoyl-acétique. — Phényldibenzoyl-méthane.

MM. **H.-R. Hirst** et **J.-B. Cohen** : La formamide réagit avec les amines aromatiques primaires en présence de l'acide acétique glacial en donnant des dérivés formyliques. La réaction a lieu suivant l'équation :

$$R'AzH^2 + HCOAzH^2 + CH^3CO^2H = R'AzH.COH + CH^3CO^2AzH^4$$

Les amines aromatiques secondaires ne réagissent qu'à chaud; les amines tertiaires ne réagissent pas même à l'ébullition. Les mêmes auteurs ont publié leurs travaux sur une modification de la méthode de Zincke. — MM. **W.-H. Archdeacon** et **J.-B. Cohen** ont préparé l'acide cyanurique en chauffant l'urée avec du chlorure de carbone, en solution dans 20 % de toluène, dans un tube scellé porté à 190° et 230°. La réaction probable est la suivante :

$$3CO(AzH^2)^2 + 3COCl^2 = 2(COAzH)^3 + 6HCl.$$

M. **C.-M. Luxmoore** publie ses recherches sur les oximes de la benzaldéhyde et leurs principaux dérivés qu'il étudie au point de vue stéréochimique. — M. **Edward H. Rennie** a retiré de la *Lomatia ilicifolia* et de la *Lomatia longifolia*, une matière colorante qu'il croit être formée par l'hydroxylapachol. — MM. **P. Wynne** et **A. Greeves** décrivent six dichlorotoluènes et leurs acides sulfoniques. — MM. **W. P. Wynne** et **J. Bruce** publient leurs recherches sur les acides disulfoniques du toluène et sur l'ortho et parachlorotoluène. — MM. **Wyndham R. Dunstan F.-R.-S.** et **Francis H. Carr** ont étudié les alcaloïdes dérivant de l'aconit; ils s'étendent surtout dans cette communication sur la pseudo-aconitine dont ils cherchent à établir la constitution. Ce corps est le plus toxique de ceux qui se trouvent dans l'*aconitum ferox*; sa formule est :

$$C^{36}H^{49}AzO^{22};$$

saponifiée, elle donne la pseudaconine et l'acide vératrique; chauffée au-dessus de 104-105°, elle se transforme en pyropseudo-aconitine. La pseudo-aconitine est donc un corps analogue à l'aconitine; la seule différence qui les distingue, c'est que le groupe benzoyle qui se trouve dans l'aconitine est remplacé par le groupe vératryle dans la pseudo-aconitine.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

La Société a reçu récemment les communications suivantes :

1° Sciences physiques. — M. H. Kamerlingh Onnes présente un mémoire de M. **W. Einthoven** intitulé : Sur un dispositif servant à isoler un objet quelconque des tremblements d'alentour. Le dispositif consiste essentiellement en une grande plaque de fer qui, sur-

nageant sur le mercure, supporte les instruments à isoler. Pour faire juger du degré d'isolement, l'auteur fait usage d'un godet rempli de mercure. Lorsque le godet est placé sur une table fixe, la surface du mercure se ride; sitôt qu'on le place sur la plaque flottante, la surface redevient lisse. La plaque porte un électromètre capillaire et un microscope. Les mouvements du ménisque de mercure dans le tube capillaire sont photographiés, et, quoique l'image projetée soit huit cents fois plus grande que le ménisque lui-même, on n'observe aucune trace de tremblement dans les courbes obtenues. A l'aide d'une série d'expériences, l'auteur croit avoir trouvé les conditions sous lesquelles tout objet flottant est isolé autant que possible des tremblements d'alentour. — Ensuite M. Kamerling Onnes présente un mémoire de M. J. P. Kuenen intitulé : Influence de la pesanteur sur les phénomènes critiques des substances simples et des mélanges. Pour les substances simples, l'influence de la pesanteur se manifeste en ce que, dans un tube vertical, entre deux volumes voisins situés de part et d'autre du volume critique, le ménisque disparaît et reparaît à une certaine distance des bouts du tube, quand on fait changer la température. Mais ce phénomène se montre toujours précisément à la même température : la température critique. Pour une substance pure, la pesanteur ne peut donc pas changer la valeur qu'on trouve pour la température critique par la méthode du ménisque. Cette méthode se trouve donc entièrement justifiée. Employée avec soin, elle donne en même temps une valeur très rapprochée pour le volume critique. Dans le cas d'un mélange, au contraire, la pesanteur modifie les phénomènes critiques de la manière suivante. Entre deux températures voisines de part et d'autre de la température du point de plissement (voir les mémoires précédents de l'auteur, *Rev. gén. des Sc.*, t. IV, p. 719, 750; t. V, p. 558, 595, 771, 1007), les phénomènes critiques des mélanges, par exemple la condensation rétrograde de première et de seconde espèce, ne se manifestent pas complètement, parce que, sous la compression, le ménisque disparaît avant qu'une des deux phases ait entièrement disparu. Au point du tube où le ménisque disparaît, la composition et la densité du mélange sont celles qui appartiennent au point de plissement de la température choisie. De cette manière la pesanteur peut, dans certains cas, troubler les phénomènes critiques des mélanges. Cependant ces phénomènes des mélanges, sous l'influence de la pesanteur, se déduisent tout de même entièrement de la théorie de M. Van der Waals.

2° Sciences naturelles. — M. Th. H. Behrens : Sur le dichroïsme artificiel. Le dichroïsme artificiel ressemble à celui des expériences de Sénarmont. Les expériences de l'auteur portent sur des fibres de lin, de chanvre, de paille, de coton, de laine et de bois, sous l'influence de diverses matières colorantes. A l'exception des vases de bois, la courbe la plus foncée des fibres correspond à des vibrations dans la direction longitudinale des fibres. En général, le dichroïsme comporte une polarisation considérable; la soie et la laine font exception à cette règle. D'après l'auteur, le phénomène est d'un caractère plus compliqué que les expériences de Sénarmont ne le feraient présumer; la combinaison de l'absorption et de la double réfraction ordinaires ne suffit pas à l'expliquer. — M. Th. W. Engelmann : Sur la conduction réciproque et irréciproque d'excitations des fibres musculaires dans la théorie du mouvement du cœur. Dans les circonstances normales, l'excitation, cause de la contraction, se propage aussi facilement du ventricule à l'oreillette que de l'oreillette au ventricule; seulement quelques moments avant la mort, et sous l'influence de poisons, on remarque des différences considérables entre les vitesses de conduction dans les deux sens. Jusqu'ici l'on n'a pu donner l'explication de cette différence, constatée plusieurs fois. En supposant, avec M. Gaskell, que la propagation de l'excitation du cœur est une conséquence de conduction musculaire, on s'est heurté toujours contre la difficulté suivante : c'est que cette conduction musculaire comme celle des nerfs n'a pas de préférence pour l'une des deux directions. A présent, l'auteur croit pouvoir lever cette difficulté en supposant que l'irritabilité et le procédé d'irritation dans les diverses parties des muscles conducteurs ne sont pas les mêmes. En effet, les fibres des oreillettes diffèrent tant morphologiquement que physiologiquement des fibres des ventricules, et toutes deux elles diffèrent des fibres épaisses entre oreillette et ventricule. Quand toutes les parties conductrices de la trajectoire sont formées de la même manière, le procès physiologique, qui se propage comme excitation dans les parties qui s'influencent l'une l'autre, ne saurait différer ni en qualité ni en quantité d'un lieu à l'autre et cette excitation doit se répandre avec la même facilité dans les deux directions. Mais à la séparation de l'oreillette et du ventricule, où trois espèces différentes d'éléments musculaires sont en contact l'une avec l'autre, les conditions sont différentes. Ce cas est comparable à celui de l'extrémité d'une fibre musculaire ou nerveuse, à celui du contact des arbres extrêmes d'une branche cellulifugale de nerf avec les dendrites ou le corps d'un ganglion. Dans les derniers cas, la conduction irréciproque prévaut. Dans le cas du cœur, elle ne se développe que sous l'influence de certaines matières qui augmentent les différences d'abord insensibles. La plus longue durée des battements « spontanés » et de l'irritabilité de l'oreillette, comparée avec celle du ventricule, en donne une preuve. Parce que les muscles des ventricules gauche et droit ne possèdent pas les mêmes propriétés, surtout ou au moins quelques moments avant la mort, ordinairement la conduction réciproque se change alors en conduction irréciproque. Ceci explique les cas rares du battement indépendant du ventricule gauche ou droit. L'hypothèse de l'auteur fait présumer qu'on serait à même de changer la conduction réciproque des fibres musculaires à rides transverses en une conduction irréciproque en mettant les différentes parties de la fibre sous des circonstances physiologiques différentes. Des expériences sur le muscle sartorius curarisé ont tout à fait affirmé cette présomption comme le prouvent les myogrammes originaux montré par l'auteur. Il se propose d'étendre ces expériences à des nerfs. Probablement son principe donnera l'explication de quelques phénomènes, inexpliqués jusqu'ici, par exemple, de l'absence apparente d'irritabilité électrique directe en présence de conductibilité de l'excitation physiologique normale qu'on a observée dans des tiges nerveuses régénérées et dans les nerfs entourés localement par une atmosphère de CO_2. Probablement, dans ces cas, l'irritation produite par l'excitation électrique ne se propage pas à cause de son caractère irréciproque; peut-être cela mènera-t-il à trouver une autre excitation artificielle qui conserve la faculté de se propager sous les circonstances défavorables indiquées. — Ensuite M. Engelmann présente un mémoire de M. H. J. Hamburger : *Ein Apparat, welcher gestattet die Gezetze von Filtration und Osmose stroemender Flüssigkeiten bei homogenen Membranen zu studiren* (Un appareil qui permet d'étudier les lois de filtration et d'osmose de fluides coulants à travers des membranes homogènes). Sont nommés rapporteurs MM. Engelmann et T. Place.

P. Schoute.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

6e ANNÉE N° 19 15 OCTOBRE 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L. PASTEUR

PUBLICATION DE SES ŒUVRES COMPLÈTES

La dernière livraison de cette Revue *sortait de la presse quand la mort de Pasteur fut annoncée.*

Après tant d'hommages rendus de tous les points du monde à la mémoire du grand homme, la Revue, *s'associant au deuil de la Science, de la Patrie et de l'Humanité, ne peut que répéter le cri de l'universelle douleur.*

Elle fait appel à tous ses amis, à tous ses lecteurs, à l'effet d'élever à la mémoire du sublime génie que la Science vient de perdre, deux monuments dignes de sa gloire :

Il faut que la statue de Pasteur, placée, non seulement à l'Institut qui porte son nom, mais en plein Paris, au milieu des foules occupées de leurs affaires ou de leurs plaisirs, leur rappelle la vie laborieuse du grand savant passionné de science et d'humanité ;

Il faut que la publication de ses Œuvres, synthèse complète de ses écrits dispersés, permette à tous ceux que touche le progrès de l'esprit humain, de se nourrir de la pensée du Maître, d'apprendre, dans la familiarité de ce puissant et bienfaisant génie, à pratiquer la science et à servir l'humanité.

ÉTAT ACTUEL DU TRAVAIL DU FER ET DE L'ACIER

PREMIÈRE PARTIE : FORGEAGE ET LAMINAGE

On désigne généralement sous le nom de *forge* tout atelier où l'on façonne soit à bras d'homme, soit au marteau à main, soit à l'aide d'engins mécaniques, tels que marteaux, pilons, laminoirs, presses et à l'aide du feu, toutes les pièces de fer et d'acier employées dans les diverses industries. Toutefois, l'on réserve plus spécialement le nom de *forgeage* à l'action statique qui agit sur le métal soit pour en chasser les scories interposées entre les molécules, soit pour rapprocher les unes des autres ces molécules, soit même pour souder entre elles les diverses parties hétérogènes qui peuvent composer la masse métallique. Les faces en contact avec le marteau et l'enclume ne subissent guère que des pressions normales. Dans les conditions ordinaires, c'est dans la zone intermédiaire que se produit l'effet d'étirage et de diminution de section par le refoulement ou l'écoulement latéral des molécules du métal.

Dans le *laminage*, au contraire, l'action est dynamique. La masse métallique est bien soumise à une pression dans son passage entre les cylindres ou à travers les cannelures ; mais, en même temps que les zones centrales sont refoulées, les couches extérieures sont soumises à un effort tangentiel et poussées en avant par le frottement et le mouvement de rotation des laminoirs.

I. — Historique.

Le travail du fer et de l'acier par forgeage, c'est-à-dire à l'aide du marteau et de l'enclume, remonte à la plus haute antiquité. Il n'en est pas de même du laminage. L'invention du laminoir est attribuée à Bruckner, qui, en 1553, l'appliqua, pour la première fois, à la Monnaie de Paris. Son procédé fut très lent à se propager : l'Angleterre n'eut qu'en 1663 son premier laminoir ; il fut établi à Shew près de Richemond. Le moteur des cylindres fut d'abord une simple manivelle, puis le cheval, puis une chute d'eau et enfin la vapeur, qui transforma complètement la puissance de ces engins et permit d'en développer la variété.

Jusqu'en 1840, les seuls marteaux mécaniques employés étaient des pièces métalliques soulevées par un moteur indépendant à une certaine hauteur, toujours la même, quel que soit le travail à effectuer, et retombant par leur propre poids sur la pièce à forger. Tels étaient le martinet ou marteau à bascule, le marteau à soulèvement ou à l'allemande et le marteau frontal anglais exclusivement employé jusque vers 1840. Le marteau à vapeur de Bourdon fut alors une invention capitale, qui modifia complètement l'industrie du forgeage en lui permettant d'aborder la fabrication de pièces de grandes dimensions. La puissance de ces marteaux, depuis cette époque, s'éleva graduellement, et à ce sujet il est intéressant de rapprocher le premier marteau de Bourdon construit au Creusot, qui était de 2.500 kilos avec 2 mètres de levée, de celui qui existe actuellement aux mêmes usines, qui pèse 100 tonnes et a 5 mètres de levée, et aussi de celui des frères Marrel à Rive-de-Gier, qui pèse 100 tonnes et a 5m200 de levée.

La presse hydraulique, bien connue pour ses innombrables emplois dans les arts industriels, a été appliquée en 1861 par M. Harwell. Mais ce n'est que dans ces dernières années que son action a été mise en parallèle avec celle du pilon et que l'on a été amené à lui donner des puissances énormes.

Ces quelques préliminaires posés, nous allons décrire l'état actuel de cette industrie qui a suivi et même entraîné d'une façon constante les progrès incessants des chemins de fer et de l'armement.

Il est nécessaire, avant tout, d'établir nettement la distinction entre le fer et l'acier, considérés au point de vue de la forge :

Depuis les procédés d'affinage modernes, on peut obtenir à l'état fondu un terme quelconque de la série continue qui existe entre le fer et la fonte, depuis le fer le plus doux, c'est-à-dire contenant moins de 0,10 °/₀ de carbone jusqu'aux aciers extrêmement durs (1,50 à 2 °/₀). Quel que soit donc son degré de carburation, tout métal *coulé à l'état de lingot* subira au forgeage, de la part des outils auxquels il sera soumis, une action mécanique identique. Les conditions de température seules varieront, le métal très doux pouvant être beaucoup plus chauffé que le métal dur.

Au contraire, s'il s'agit de métaux, fer ou acier, obtenus par ce brassage dans la flamme qu'on nomme le puddlage au four [1], le travail de forge consiste : d'abord à expulser les scories, puis à

[1] Rappelons, à ce sujet, que, dans le *four à puddler*, la fonte, maintenue, au-dessus d'une couche d'oxyde de fer, à l'état de fusion par une flamme qui lèche sa surface, est, au moyen de ringards, brassée dans cette flamme. Dans cette opération l'oxyde de fer brûle une partie du carbone répandu dans la masse du métal impur. En même temps que s'opèrent ainsi la réduction du fer oxydé et l'expulsion d'une partie du carbone sous forme d'oxyde de carbone, il y a action réci-

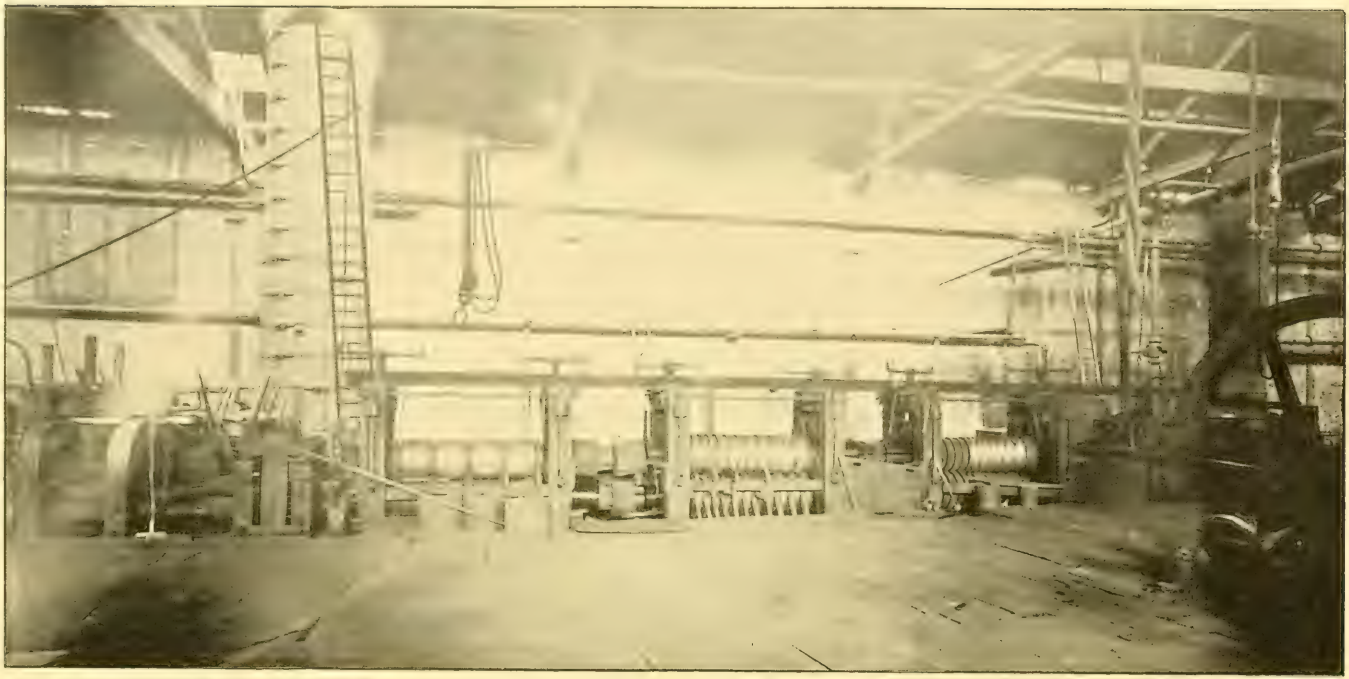


Fig. 1. — *Train de Puddlage des Aciéries de Saint-Chamond.* — La loupe de fer sortie du four de puddlage, puis cinglée au pilon pour en éliminer les plus grosses scories et devenue un *massiau*, est transformée en barres par le *train de puddlage*. Ce train se compose d'une série de trois cages de cylindres montés en *duos*, et entre lesquels passent les *massiaux* cinglés. Les cylindres inférieurs sont mus par la machine à vapeur, visible vers la droite de la figure. Une cage à pignon, placée à la gauche de ce dessin, communique le mouvement aux cylindres supérieurs. Passant entre les cylindres de chaque *duo*, sous une pression que font varier les vis placées au-dessus de chaque cage, les *massiaux* abandonnent les dernières traces d'impuretés qu'ils renfermaient et donnent des *barres de fer puddlées*. — Derrière l'échelle, on aperçoit une chaudière verticale installée à la suite de l'un des fours à puddler, chaudière qui utilise la chaleur perdue du four.

souder entre elles les différentes parties de fer ou d'acier, de façon à en former un bloc absolument comparable à un lingot de métal fondu.

C'est ce travail de forge que nous étudierons en premier lieu.

II. — Travail des métaux sortant du four a puddler.

Le travail mécanique, soit par forgeage, soit par laminage, fait partie intrinsèque de la fabrication proprement dite du métal *puddlé* au four. C'est la dernière étape des opérations de puddlage, soit du fer, soit de l'acier. On expulse, en les *cinglant*, les silicates que contiennent les loupes retirées des fours; on obtient ainsi un petit parallélipipède assez impur, que l'on transforme en barre plate au laminoir. Cette barre n'est pas encore suffisamment purgée de ses scories, ainsi qu'on peut le constater aux criques qui règnent le long de ses bords. C'est du *fer brut* : on la découpe alors en tronçons, qu'on réunit dans un même paquet, lequel est porté au blanc soudant, puis passé de nouveau au laminoir. Le produit obtenu est le *fer marchand*.

Pour le cinglage, on emploie exclusivement aujourd'hui le marteau-pilon, qui consomme, il est vrai, beaucoup de vapeur, mais qui permet de faire varier la compression suivant les besoins. Les pilons cingleurs ont, en général, une force de 1.500 à 2.000 kilos; pour les loupes du four Bouvard on emploie, par extraordinaire, des pilons de 10 tonnes. Ces pilons sont le plus souvent à simple effet.

Le laminoir (fig. 1, Pl. I) employé pour exprimer du métal puddlé ses scories, est, en général, *en duo*, c'est-à-dire qu'il comprend seulement une paire de cylindres. Les formes des cannelures de ces cylindres sont très simples, leurs dimensions vont en diminuant; les *dégrossisseuses* sont généralement ovales dans le but d'une compression plus uniforme, les *finisseuses* carrées, puis rectangulaires plus ou moins plates. Le rapport d'une section à la suivante est de $\frac{20}{14}$; la longueur des cylindres est de $1^{m},20$ à $1^{m},50$.

On a cherché, en ces derniers temps, à s'affranchir de quelques-unes des nombreuses opérations que nous avons décrites plus haut pour obtenir le fer marchand laminé en profilés spéciaux, feuillards, et fils dits *machine*, etc. Indiquons comment procèdent les Forges de Champigneulles : Les fontes employées au puddlage sont de bonne qualité blanche, chaude ou truitée-blanche. Les additions de fondants ou de ferros sont faites non plus seulement en vue d'améliorer la qualité, mais aussi en vue de simplifier beaucoup le laminage. L'essentiel est de terminer le puddlage très chaud et de ne pas laisser aux scories le temps de se figer dans les opérations de cinglage et de laminage. La loupe est cinglée comme précédemment, mais est de suite transformée, d'une seule chaude et sur un seul train, en laminés de toute nature, sans passer par l'ébauchage au train brut, ni par le paquetage des ébauches. Le prix des laminés quelconques est ainsi ramené à celui du fer brut. Dans certains cas, il est nécessaire de faire passer quelques minutes le lopin cinglé dans un *four à souder* avant de l'envoyer au laminoir, mais il n'en est pas moins évident que les frais de la transformation du métal en ébauchés à découper, à paqueter et à réchauffer, sont par ce procédé complètement évités.

Nous ne nous arrêterons pas plus longtemps sur les procédés de forgeage ou de laminage qui se rapportent à la fabrication des fers et aciers puddlés. Les aciers puddlés ont à peu près disparu pour laisser place à l'acier produit sous forme de lingots. Quant au fer, il tend de plus en plus à être remplacé par l'acier extra-doux, obtenu également à l'état fondu. Néanmoins, il est encore employé sous forme de tiges de pilon, de profilés divers, de fils et même de plaques de cuirassement ; mais son finissage soit au pilon, soit au laminoir ne diffère en rien de l'élaboration de l'acier, que nous allons passer en revue en suivant l'ordre chronologique et en commençant par le forgeage.

III. — Forgeage de l'acier en lingots

Le forgeage de l'acier à des températures convenables a pour résultat remarquable de modifier sa structure et d'augmenter considérablement sa ténacité. Depuis les belles études de M. Osmond sur l'analyse micrographique des aciers, on peut se rendre compte des qualités du métal d'après l'aspect de sa cassure : on sait comment sa structure varie avec les teneurs en carbone, comment elle se transforme sous l'influence de la température ou de la vitesse de refroidissement (fig. 2 et 3). On a donc à la fois un guide et un contrôle au traitement physique, et les limites entre lesquelles telle nature de métal doit être traitée sont désormais bien définies. Nous n'entrerons pas dans le détail de ces travaux si remarquables, ce qui nous entraînerait beaucoup trop loin. Indiquons seulement que la structure de l'acier coulé comprend des grains de fer à peu près pur, reliés par un « *ciment* » de carbure de fer. Ces granulations s'agglomèrent pour constituer des aiguilles prismatiques limitées par une série de lignes brillantes. La structure du même métal forgé présente un aspect général semblable, mais où les dimensions absolues du réseau

proque du carbure et des silicates basiques de fer compris dans la masse en fusion. C'est en cela que consiste le *puddlage au four*. Ce puddlage purifie, comme on voit, le métal, mais laisse néanmoins, çà et là, dans la masse, des concrétions silicatées, des *scories*, que les opérations mécaniques ont ensuite mission d'expulser. (*Note de la Direction.*)

sont naturellement réduites. Le forgeage donc, s'il est effectué dans les conditions normales, c'est-à-dire à des températures appropriées au degré de dureté, pétrit le métal et augmente sa densité, en achevant mécaniquement la distribution du ciment commencée par le chauffage.

Procédés de Forgeage en France. — Deux procédés sont utilisés pour ce travail : de pétrissage et tous deux ont leur raison d'être. D'un côté, c'est le forgeage par choc obtenu au moyen du marteau-pilon (fig. 6 à 12); de l'autre, c'est le forgeage par la pression lente et progressive, que fournit la presse hydraulique (fig. 4 et 5). Il est assez difficile, étant donné un pilon déterminé, d'établir quelle sera la puissance d'une presse équivalente; le mode d'action des deux outils est trop dissemblable pour arriver à une équivalence rigoureusement exacte. Le mieux est de se baser sur des résultats acquis par l'expérience, qui permet de calculer la pression maxima dont on a besoin dans chaque cas. Ainsi, si l'on se donne la surface de métal sur laquelle on veut presser, il faut compter qu'une pression de 500 à 800^{k} par centimètre carré suivant la température, est nécessaire au forgeage. Une presse de 4.000 tonnes équivaut comme puissance de production à un pilon de 120; mais il n'y a pas de rapport exact à établir puisque, dans cette proportion, n'interviennent ni la hauteur de chute ni le poids de la *chabotte* fondation supportant la pièce frappée) dans le pilon.

Le docteur F. Fick a comparé l'effet produit par un pilon ordinaire, frappant sur une enclume solidement encastrée, et le résultat obtenu au moyen d'un pilon balistique, dans lequel le pilon comme l'enclume sont suspendus à la façon des pendules. L'essai eut lieu sur de petits cylindres de cuivre coupés sur une même tige de 12^{mm},5 de diamètre à 16^{mm},9 de longueur. On sait que l'énergie totale dépensée est déterminée par le produit P H (P poids du marteau, H hauteur de chute). Deux séries d'éprouvettes identiques furent soumises à l'action l'une d'un pilon, l'autre du second, de façon à recevoir des chocs égaux. Une plus grande déformation fut nécessairement obtenue avec l'enclume encastrée. En évaluant la proportion d'énergie transmise en plus à l'enclume du pilon balistique, on trouva qu'elle s'élevait à 30 %. Pour une dépense d'énergie donnée, la puissance du choc dépend de la résistance qu'offre la pièce frappée; plus cette résistance est faible, plus le travail absorbé par l'enclume est considérable. Le poids à adopter pour les *chabottes* doit être de 7 à 10 fois celui du marteau suivant la grosseur du pilon. L'enclume reçoit au moins 20 % de la force produite et le reste se perd en vibrations.

Dans la presse, au contraire, les fondations sont insignifiantes, et l'effort du piston du *pot de presse* est transmis intégralement au lingot. Il en résulte que les lingots peuvent être travaillés plus froids, par conséquent plus longtemps, et que le métal subit moins de chaudes [1] qu'au pilon où, dans ces conditions, l'on aurait à craindre la rupture

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 2 et 3. — *Métallophotogrammes obtenus par M. Osmond et reproduits ici en simili.* — Ces deux microphotographies montrent la différence de structure interne qui distingue l'acier à deux stades du travail : acier forgé (fig. 2), acier recuit (fig. 3). La figure 2 (coupe faite dans le sens du forgeage) montre un réseau à mailles moyennes. La figure 3 (métal recuit) fait voir la réduction et la fragmentation de cette disposition, résultant du recuit à 1015°. Ces photogrammes ont été faits à l'agrandissement de 100 diamètres. — On observe des différences non moins tranchées entre l'acier avant et après le forgeage. La *maille* du premier est très large, celle du second très réduite. S'il s'agit d'acier doux, les parois de la maille, dans les deux cas, sont du fer à peu près pur, et le contenu du carbure de fer.

[1] La *chaude* est la double opération qui consiste dans le chauffage du lingot et le forgeage consécutif.

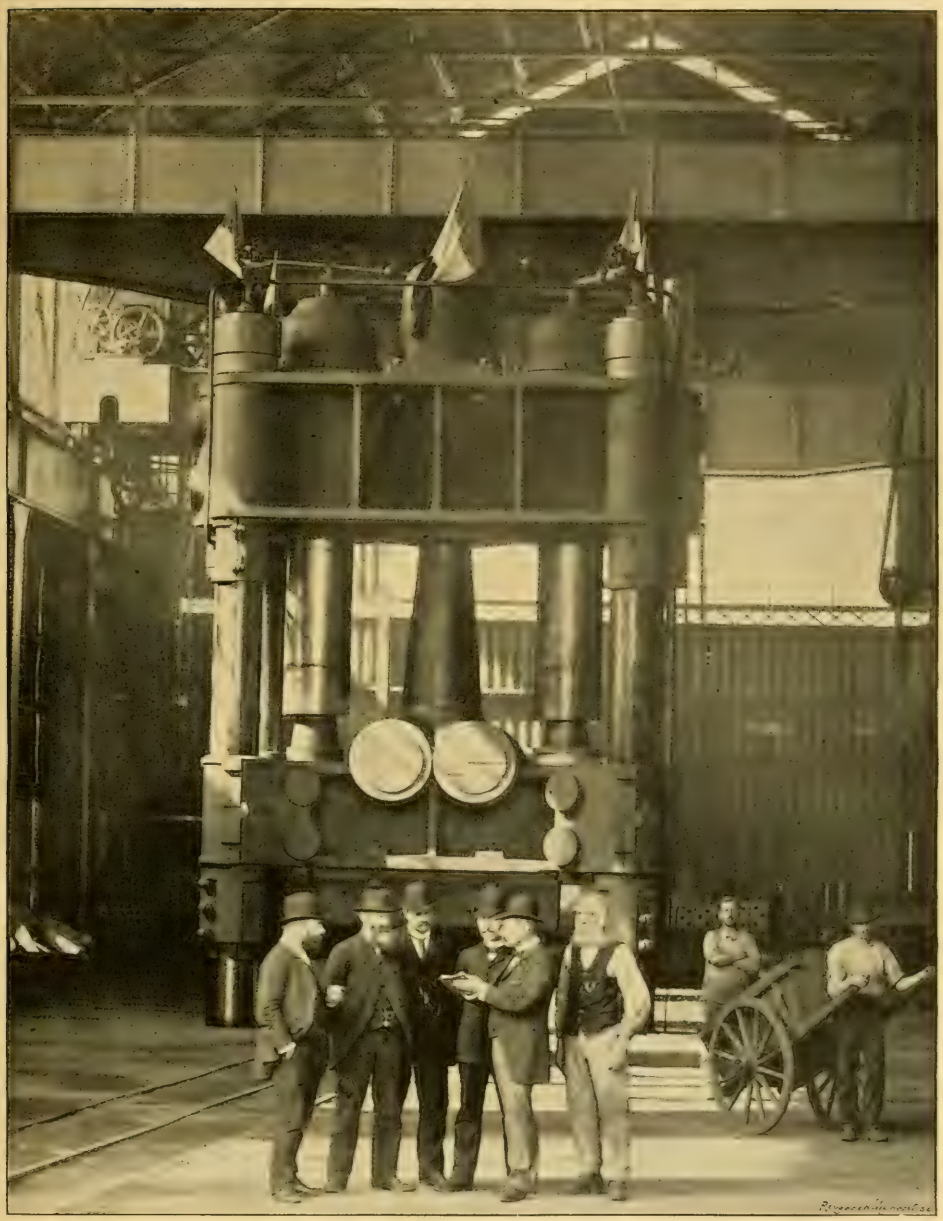


Fig. 4. — *Presse Davy (Puissance : 4.000 tonnes) des Aciéries de Saint-Chamond.* — La presse comprend, outre la partie visible sur cette figure, un *sommier* situé au-dessous du plancher. Ce sommier intérieur est fixe, et relié au sommier supérieur, visible ici, par 4 colonnes verticales. (Le sommier supérieur commence au-dessus de l'espace vide, variable, à travers lequel on voit le fond de l'atelier). Le sommier supérieur porte deux cylindres hydrauliques dont les pistons (visibles dans l'espace vide et variable) viennent pousser la *traverse*, grosse pièce que l'on voit au-dessus des ingénieurs et contre-maîtres photographiés ici. Derrière leur tête se voit l'enclume ou *panne* qui effectue le forgeage. — La traverse est guidée : d'une part, aux 4 coins, par des colliers qui embrassent les colonnes, d'autre part par une colonne verticale et médiane qui s'engage dans une gaine du sommier supérieur. Le relevage de la traverse se fait hydrauliquement, grâce à deux cylindres invisibles ici et attachés latéralement au sommier supérieur. Au-dessus de la presse et dans le fond de la figure on voit un pont électrique de 150 tonnes.

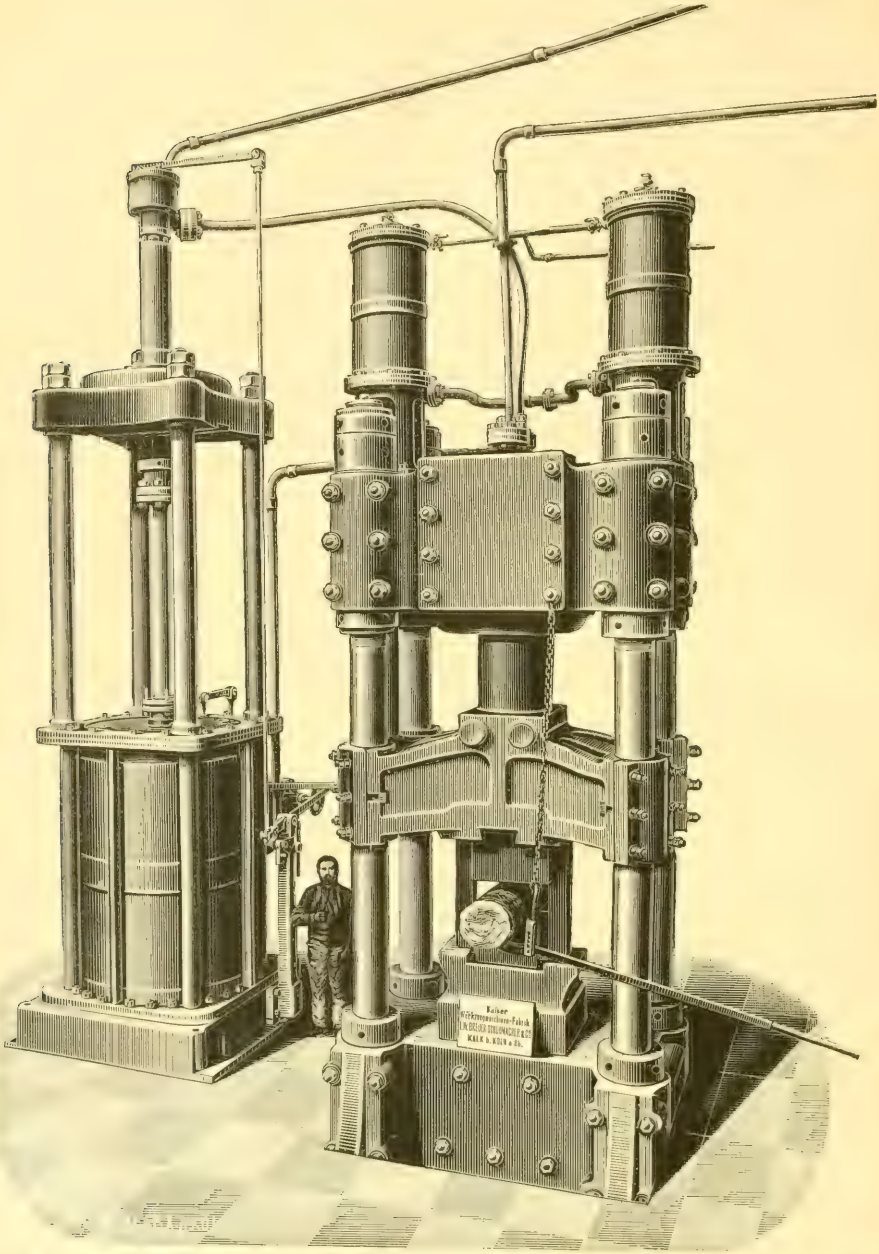


Fig. [illegible] — *Presse à forger du système Breuer, Schumacher et Cie, de Kalk, construite par MM. Aug. Delattre et Cie*, à Ferrière-la-Grande (Nord). — Cette presse se compose essentiellement de deux parties : le *compresseur*, situé à gauche de la figure, et la *presse* proprement dite. Le *compresseur* est constitué par le cylindre à vapeur vertical qui est à la base, et au-dessus par un cylindre hydraulique en acier forgé, relié au cylindre à vapeur au moyen de quatre colonnes en acier forgé. La distribution de la vapeur s'y fait à l'aide d'un tiroir cylindrique équilibré. La vapeur, introduite sous le piston contenu dans le cylindre inférieur, le fait monter, et la tige de ce piston, qui forme elle-même piston hydraulique, refoule l'eau dans le cylindre hydraulique installé sur la *presse* proprement dite. Celle-ci, comme les autres presses, comprend deux *sommiers* reliés solidement par quatre colonnes en acier forgé. Le cylindre hydraulique, ou *pot de presse*, est en acier moulé et porté par le sommier supérieur. Le piston hydraulique du pot de presse agit sur le marteau forgeur par l'intermédiaire d'une traverse mobile, que l'on relève à l'aide de deux petits cylindres à vapeur à simple effet placés au-dessus du sommier supérieur. Aussitôt que la pression est terminée, le piston à vapeur redescend automatiquement sous l'action de la pesanteur et la vapeur passe sur l'autre face du piston pour réchauffer le cylindre.

des tiges, l'enfoncement de la chabotte et beaucoup d'autres inconvénients.

Au point de vue de la construction, les pilons présentent sur les presses l'avantage de la simplicité et, par conséquent, de grandes facilités d'entretien. Mais, d'un autre côté, les frais d'installation des presses sont bien moindres, et, d'ailleurs, tous les sols conviennent à ces installations. Il est à remarquer, à ce sujet, que les usines anglaises n'ont pas monté de pilons monstres, comme on en rencontre dans quelques usines du continent, mais que toutes emploient des presses.

Au point de vue du forgeage, les résultats obtenus sont loin d'être identiques : la presse *forge à cœur*, c'est-à-dire agit profondément, tandis que l'action du pilon se fait plutôt sentir à la surface. Sur un lingot un peu gros, le forgeage de la partie centrale peut donc être défectueux, ou bien, pour éviter ce défaut, il faut proportionner la puissance du pilon à celle du lingot, ce qui n'est pas toujours possible.

La presse, d'autre part, a l'inconvénient de ne pas décaper d'elle-même le métal, comme le fait le pilon : il faut nettoyer constamment la surface à forger, ce qui exige des retards et plus de main-d'œuvre.

Il résulte de ce qui précède que les deux outils doivent être employés concurremment : la presse pour ébaucher, le pilon pour finir. Grâce à la rapidité de travail qui caractérise la presse, celle-ci permettera de chauffer moins souvent le lingot et, par conséquent, de ne pas nuire à la qualité du métal, à la condition toutefois que l'on opère par petites passes et que l'on évite les déformations trop grandes, qui amènent les criques et les veines sombres. Puis la pièce sera terminée, *parée*, comme disent les forgerons, à l'aide du pilon, dont on peut apprécier le travail d'autant plus facilement que le marteau se relève très vite et que la surface du métal est immédiatement décapée. En ce qui concerne les travaux de *matricage*, la presse et le pilon sont également employés. Quant à l'*emboutissage*, il se fait à la presse avec une facilité remarquable.

Presses. — Différents systèmes de presses hydrauliques sont aujourd'hui en usage ; le cadre de cet article ne nous permettant pas d'en faire la description détaillée, ni d'en montrer les principales différences, nous nous bornerons à indiquer ce qui les caractérise particulièrement :

Dans une étude très complète présentée à la *Société de l'Industrie Minérale*, M. Dufour a classé les presses en quatre catégories :

1° Presse à course continue avec accumulateur ;
2° Presse à course continue sans accumulateur ;
3° Presse à course partielle variable ;
4° Presse à course partielle invariable.

Le type de la 1re catégorie est la presse *Tannett Walker*. Les pompes refoulant l'eau non seulement pendant la période de pression, mais aussi pendant les arrêts jusqu'à remplissage de l'accumulateur, leurs dimensions peuvent être moindres, à vitesse et à puissance égales, que s'il n'y avait pas d'accumulateur. Mais ce système offre un gros inconvénient : c'est de ne pouvoir qu'imparfaitement proportionner le travail fourni à la résistance du lingot à forger.

La 2e classe est représentée par la presse *Davy* (fig. 4, Pl. II). Il n'y a pas d'accumulateur. La machine à vapeur qui commande les pompes n'a pas de volant. Il en résulte des variations de vitesse considérables, qui sont très fatigantes pour les organes. Néanmoins, cette presse est bien étudiée, elle est très complètement guidée et peut forger absolument en porte-à-faux, grâce au mode d'attaque de la traverse mobile par des contacts sphériques, qui conservent aux pistons leur verticalité. Cette presse est l'une des plus employées.

La presse *Breuer-Schumacher* rentre dans la 3e catégorie (fig. 5, Pl. III). Les pompes dans cette presse sont remplacées par le compresseur : c'est un cylindre à vapeur vertical, et la tige de son piston forme piston hydraulique dans un corps de pompe placé au-dessus. Si l'on admet la vapeur sous le piston, l'eau est refoulée dans le pot de presse. On peut donc produire dans le lingot une empreinte proportionnelle à la course du piston à vapeur, qui est variable. Le relevage de la presse se fait à la vapeur, tandis que, dans les deux types précédents, il était hydraulique et à basse pression. Ce système a l'avantage d'être simple et robuste et d'exiger fort peu de frais d'entretien. Il se développe de plus en plus, notamment dans le Nord de la France.

La dernière catégorie est relative à la presse de *Galloway*, dont un seul type existe aux Ateliers Bessemer.

Pilons. — Jetons maintenant un coup d'œil sur les pilons. Disons d'abord que les marteaux-pilons sont à simple effet ou à double effet, suivant que la vapeur sert seulement à relever le marteau, ou qu'elle ajoute encore son action et vient augmenter l'énergie du choc, et que les marteaux d'une certaine puissance sont généralement à simple effet.

Le marteau-pilon du *Creusot* (fig. 12, Pl. VI), dont tout le monde a pu admirer le modèle en bois à l'Exposition de 1878, a été augmenté depuis et porté de 80t à 100t avec une hauteur de chute de 5 mètres. C'est à ce pilon que sont forgés actuellement les gros lingots d'acier de 50t et plus, qui fournis-

sent les plaques de tourelles et de ceinture de nos cuirassés, ainsi que les grands canons de la Marine. La *chabotte*, qui pèse 720 tonnes et qui, sous les coups de pilon reçus depuis cette époque, était descendue d'environ 0m,60, a été réparée l'an dernier. On y a rapporté une pièce de la même épaisseur en acier martelé, pièce qui tient parfaitement. Depuis quelques années, le Creusot a concurremment introduit dans le forgeage l'emploi des presses à forger, lesquelles peuvent, en un certain nombre de cas, se substituer aux marteaux-pilons. En dehors de ses presses à gabarier dont l'une a une puissance de 6.000 tonnes et l'autre de 1.200 tonnes, le Creusot possède une presse Tannett de 2.000 tonnes et doit installer prochainement une nouvelle presse Whitworth de 3.000 tonnes.

Les usines Marrel, de *Rive-de-Gier* et des *Etaings*, comportent, elles aussi, un outillage en pilons des plus remarquables. Nous donnerons quelques détails sur le marteau pilon de 100t, dont le modèle au $\frac{1}{10}$ figurait à l'Exposition universelle de 1889 (fig. 6, 7 et 8). La chabotte est composée de 4 assises, les trois inférieures pesant chacune 90 tonnes et la dernière, celle du dessus, qui reçoit immédiatement le tas ou l'étampe, pèse 125 tonnes et est d'une seule pièce. L'ensemble, y compris les frettes, atteint le poids de 760 tonnes. Cette chabotte est placée sur un massif en bois de chêne, reposant sur une maçonnerie qui forme un tout compact avec le rocher subjacent. La hauteur totale de cette chabotte est de 4m,700. Le diamètre du cylindre à vapeur est de 2 mètres, celui de la tige de 370 millimètres ; la course maxima du piston, de 5m750. La distribution de la vapeur s'opère par un tiroir cylindrique et la pression de celle-ci doit être d'au moins 3k,500. Nous donnerons une idée de l'imposant aspect de cet outil en ajoutant que la hauteur de la construction, au-dessus du sol, est de 18m,800.

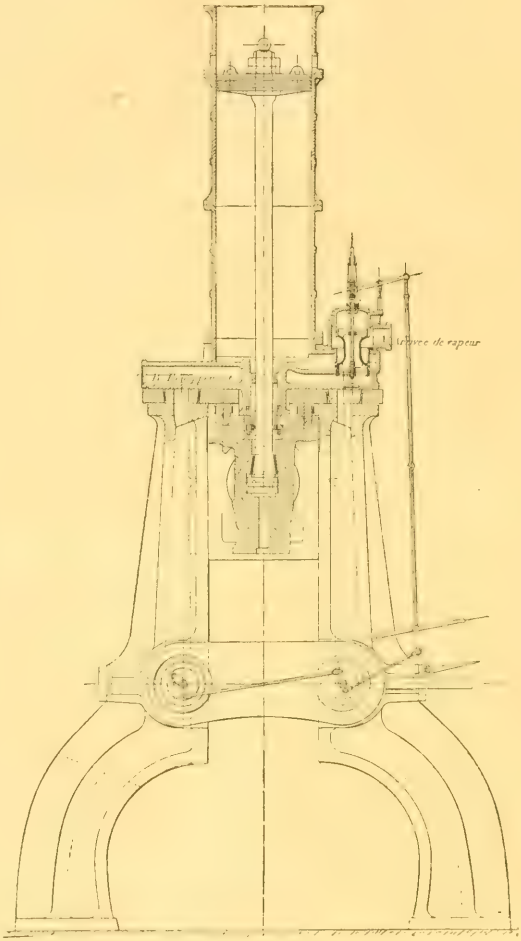


Fig. 6. — *Diagramme de l'élévation du grand pilon de 100 tonnes des Usines Marrel frères, montrant l'admission de vapeur pour la commande du pilon.*

C'est aux usines de *Saint-Chamond* que nous constatons l'outillage le plus homogène et le mieux entendu au point de vue du forgeage. A côté d'un marteau-pilon de 100 tonnes (fig. 9, 10 et 11) se trouve une presse Davy de 4.000t.

Aux usines de *Saint-Jacques*, à Montluçon, la préférence est tout entière donnée au forgeage à la presse. C'est là que fut installée la première presse de 4.000 tonnes fonctionnant en France, et le système adopté est celui de Tannett Walker et Cie.

Procédés de Forgeage à l'Etranger. — Les Anglais donnent la préférence à la presse : l'usine Cannuell, de *Sheffield*, forge avec une presse Davy de 4000t.

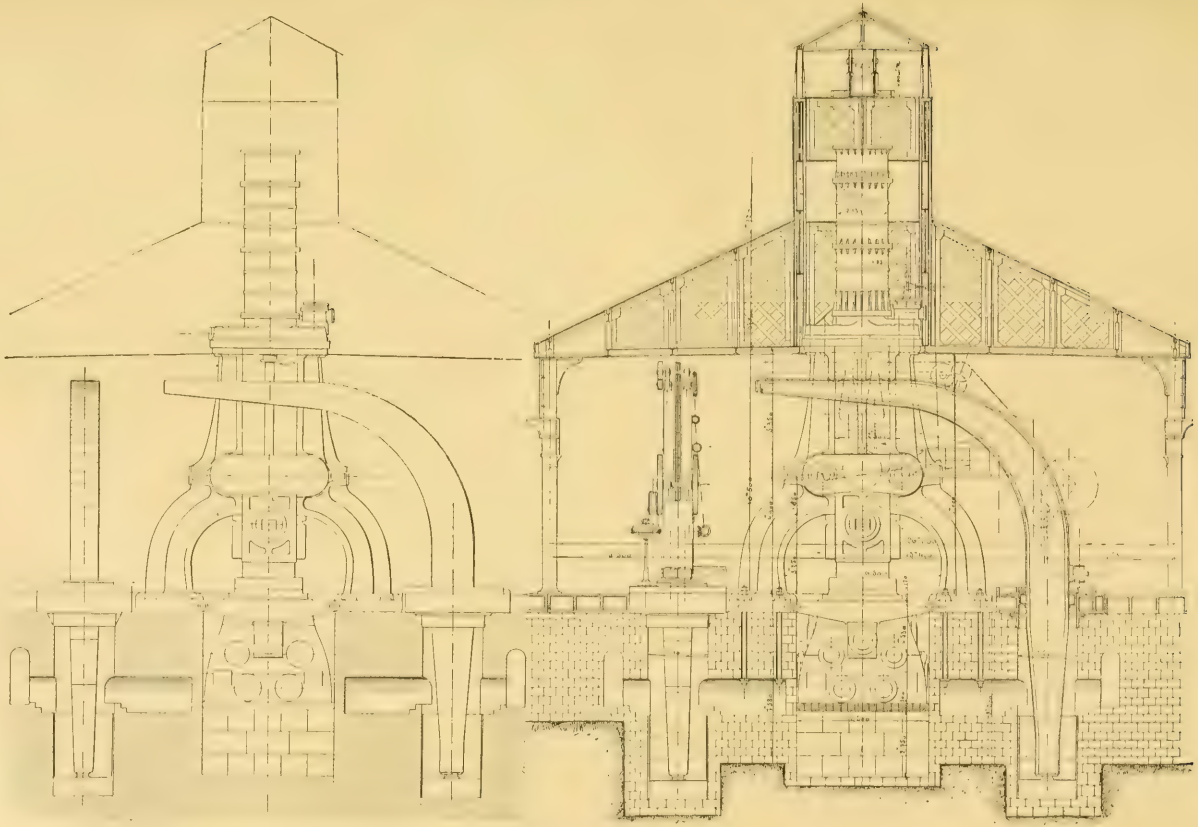


Diagramme donnant la vue extérieure du grand pilon de 100 tonnes.

Vue extérieure du grand pilon montrant en même temps les grues de manœuvre.

Fig. 7. — *Marteau-pilon des Usines Marrel frères aux Etaings, près de Rive-de-Gier.*

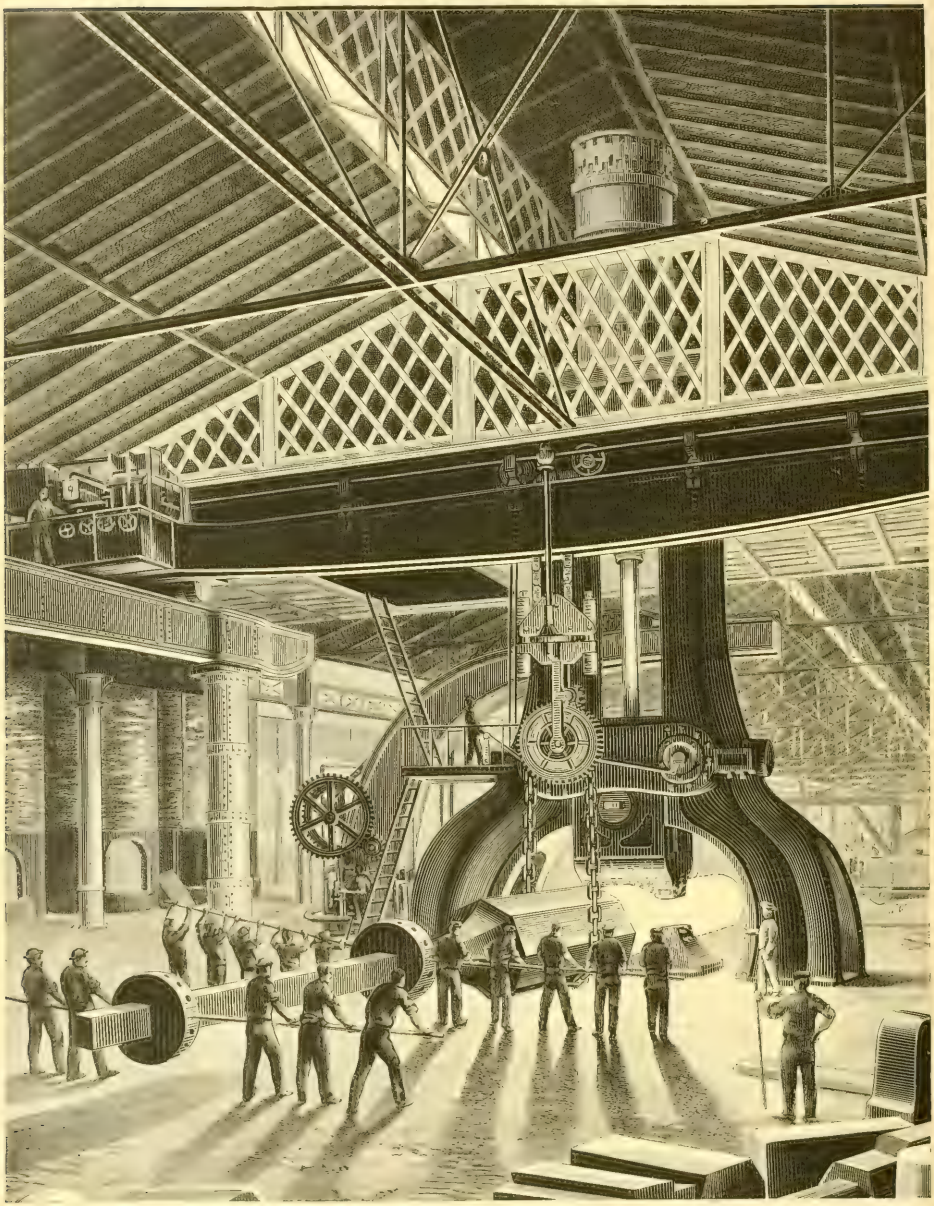


Fig. 8. — *Vue extérieure du grand Marteau-Pilon de 100 tonnes à l'atelier de grosse forge de l'Usine des Etaings, de MM. Marrel frères (de Rive-de-Gier).* — Cette figure représente une séance de forgeage. Un lingot de 50 tonnes, qui doit donner un corps de canon de 32 centimètres de calibre, subit une sixième chaude destinée à l'étampage. On peut voir le *manchon* qui sert à l'amarrage du lingot, le *ringard* chargé de rondelles contre poids percées de trous où les hommes introduisent successivement leurs leviers, le *viveur* suspendu au pont roulant, qui transmet son mouvement de rotation à la chaîne formant *jarretière* et par conséquent au manchon sur lequel cette dernière est enroulée. Au premier plan, à droite, sont figurées une série de pannes qui peuvent remplacer les étampes employées pour la chaude actuelle. Sur la gauche, on aperçoit les chaudières verticales des fours à rechauffer.

Les usines Brown, Firth, de *Sheffield*, Lotwian Bell, de *Middlesbrow*, etc., emploient exclusivement la pression hydraulique pour le forgeage des grosses pièces. La plupart des usines anglaises font usage de presses horizontales jointes aux presses verticales. Le lingot est successivement soumis à l'action de ces deux outils et, en quelques minutes, se trouve complètement dégrossi sur ses quatre faces, sans qu'il y ait eu nécessité de le faire tourner sur champ, c'est-à-dire de 90°, ce qui n'est pas toujours une manœuvre commode, dès qu'il s'agit de pièces un peu lourdes.

M. Pierre Arbel sur l'Exposition de Chicago les renseignemens suivants :

Les usines de *Bethléem* dans le canton de Northampton (Etats-Unis) ont à leur disposition un pilon de 125 tonnes et une presse à forger de 1.4000 tonnes. En ce qui concerne le pilon, le poids total de la chabotte est de 2.150 tonnes, le diamètre du cylindre de $1^m,930$ avec une course de 5 mètres, et la pression de la vapeur d'environ 8 kilos. La tige du piston en acier forgé, de $0^m,43$ de diamètre, est creuse sur toute sa longueur, qui est de $12^m,200$. La hauteur totale du pilon au-

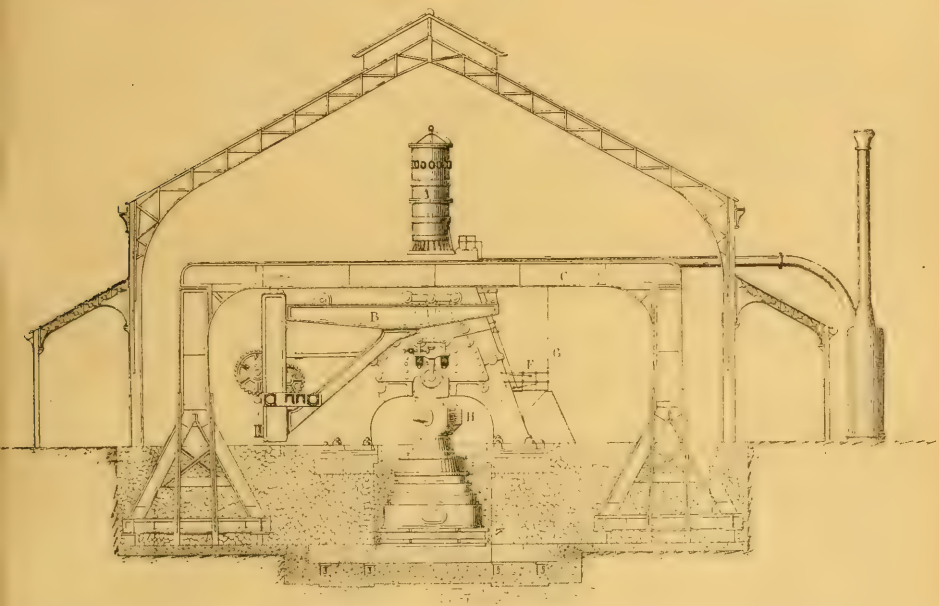


Fig. 9. — *Marteau-pilon de 80 tonnes des Usines de Saint-Chamond, vu de face.* — A, pilon de 80 tonnes; B, grue; C, chevalement d'appui des grues; F, plateforme du pilonier; G, levier de prise de vapeur; H, lingot en martelage.

Il y a de nombreuses presses installées dans les usines de la *Ruhr* en Allemagne, et là, comme en France, elles sont employées en même temps que les pilons. Les premières presses employées en Allemagne y ont été importées d'Angleterre; les grands constructeurs de la région en fabriquent aujourd'hui des types très appréciés. Nous citerons la presse de 6000^t à 2 compresseurs alternatifs du type Breuer Shumacher et Cie qui fonctionne aux usines Krupp, à *Essen*. Une presse de 1.500^t du même système forge aux usines de *Couillet*.

Sur les plus puissants engins de forgeage qui existent dans les grandes usines du monde, nous emprunterons à la très intéressante brochure de

dessus du sol est de $27^m,430$ et sa plus grande largeur de $11^m,500$. Cet outil fonctionne depuis 1891 et sert au forgeage des blindages, des canons, des arbres coudés ou forgés sur mandrin. Il a forgé le gros arbre de la roue Ferris, la grande attraction de l'Exposition de Chicago, arbre qui n'avait pas moins de $0^m,813$ de diamètre et $13^m,325$ de longueur. La presse de 14.000^t, destinée spécialement à la fabrication des blindages, vient d'être terminée : elle est du système de Withword modifié par M. John Fritz. Elle se compose de deux cylindres hydrauliques de $1^m,270$ de diamètre, indépendants l'un de l'autre, à rotules, de sorte que le forgeage conique peut se faire facilement sans l'emploi d'étampes spéciales. La pression de l'eau est de

500 kilos par centimètre carré : celle-ci est fournie par 4 pompes de 16.000 chevaux de puissance ; les cylindres à vapeur des machines motrices ont $2^m,286$ de diamètre; la course de piston est de 1 mètre et le nombre de tours de 80 par minute. Les cylindres des pompes ont $0^m,280$ de diamètre et une course de piston de $1^m,43$.

On voit que, dans presque tous les pays, les deux engins de forgeage sont employés; mais il est certain que la force hydraulique permettra plus facilement d'atteindre ces pressions formidables que rendent de plus en plus nécessaires les exigences de l'armement et les résultantes de cette lutte toujours ouverte entre le canon et la cuirasse.

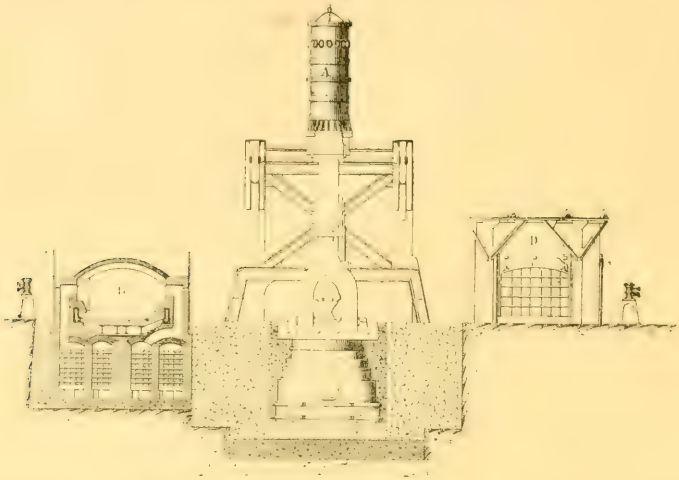


Fig. 10. — *Marteau-pilon de 80 tonnes des Usines de Saint-Chamond, vu de côté.* — A, Pilon de 80 tonnes; D, D, Fours à gaz.

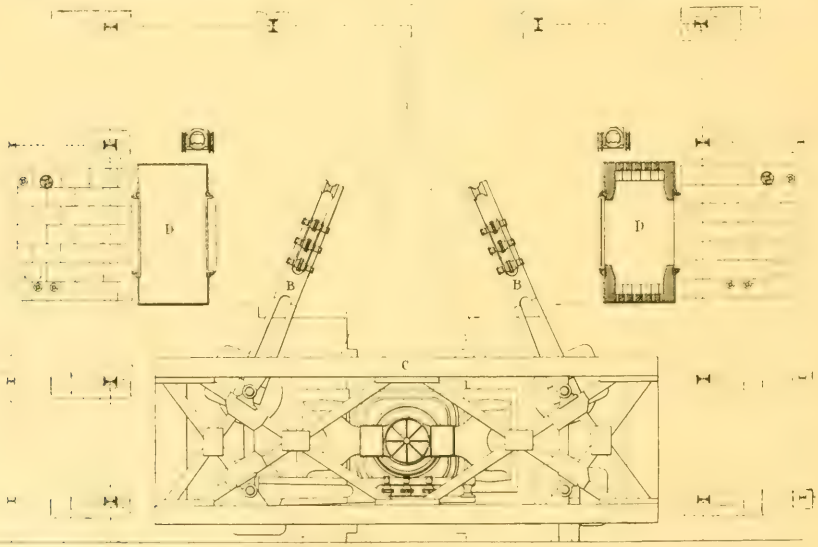


Fig. 11. — *Marteau-pilon de 80 tonnes des Usines de Saint-Chamond, vu par-dessus.* — B, B, Grues ; C, Chevalement d'appui des grues; D, D, Fours à gaz.

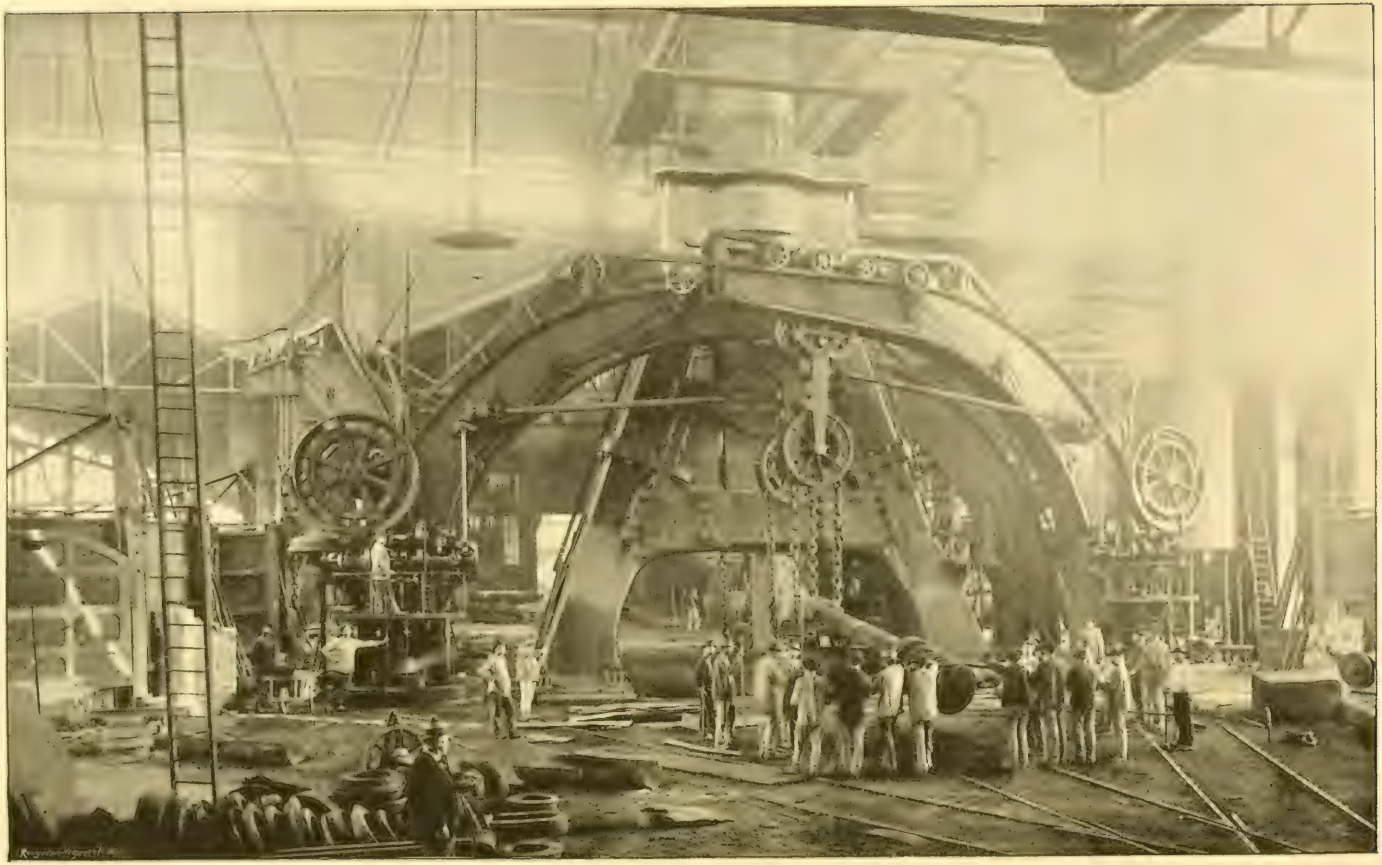


Fig. 12. — *Vue du pilon de 100 tonnes, des grues de 100 et 160 tonnes et des fours à réchauffer le desservant, aux usines du Creusot. — Atelier des pilons. — Opération de forgeage sur une plaque de blindage.* — Au-devant du marteau-pilon se voient les deux grues à vapeur en forme de demi-arc qui amènent jusqu'à lui les pièces à forger. Ces grues tournent sur des pivots verticaux situés chacun de chaque côté et un peu en avant du marteau-pilon. Les poulies que portent leurs montants en arc et qui servent à élever les tardeaux peuvent, au moyen de leviers articulés, visibles sur la figure, se déplacer le long des montants, se rapprocher des pivots ou s'en éloigner. Le pivot de chaque grue porte une plate forme d'où un ouvrier peut diriger la manœuvre. Suivant sa volonté, les montants des deux grues se rabattent, à la manière de deux battants de porte, contre le marteau-pilon, ou, s'écartant l'un de l'autre, vont porter leurs poulies au-devant des *fours* dont on aperçoit les faces antérieures de chaque côté du tableau, et notamment à gauche, près de l'échelle. Quand une grue a amené sa poulie contre la gueule du four qu'elle dessert, on amarre à la poulie la pièce incandescente à transporter, et la grue, tournant sur son pivot, va présenter cette pièce sous le marteau.

IV. — Opérations annexes du forgeage.

Après avoir passé en revue les outils principaux de forgeage, il nous paraît utile de compléter la description du matériel employé, en disant quelques mots au sujet des fours qui servent à réchauffer le métal avant de le soumettre à l'action mécanique des pilons ou presses, ainsi que des appareils destinés à faciliter la manutention des pièces à forger, lesquelles sont parfois d'un poids considérable, donc peu maniables.

Fours à réchauffer. — On sait qu'un lingot, une fois coulé, se refroidit et se solidifie beaucoup plus vite à l'extérieur qu'à l'intérieur : il en résulte une contraction de la partie inférieure du lingot, contraction qui détermine dans le haut une sorte de cavité appelée *l'entonnoir de retassement*. Il en résulte également une tension moléculaire centrale qui serait préjudiciable à la bonne tenue au feu du métal si celui-ci était brusquement porté à haute température et si les parties internes n'avaient pas le temps de recevoir assez de chaleur pour se dilater et suivre les mouvements de la surface.

On voit donc la nécessité d'un chauffage très soigné et, pour éviter les déchirements internes qui se produisent avec un bruit de cloche, — ce que les forgerons expriment en disant que les lingots *sonnent*, — l'obligation de ne jamais introduire une pièce froide dans un four chaud. Les *fours à réchauffer* (Pl. VI) ont des formes et des dimensions qui varient nécessairement avec celles des lingots ou des pièces à forger. Ce sont des fours à réverbère plus ou moins surbaissés, suivant la température plus ou moins élevée à laquelle on veut porter les pièces. Ils sont chauffés soit directement à la houille, soit au gaz avec gazogènes et régénérateurs Siemens (D, fig. 10 et 11). Les fours à gaz permettent l'emploi de combustibles de mauvaise qualité, mais exigent une continuité absolue dans les travaux de forge, attendu que l'allumage demande beaucoup de temps. Aussi, malgré les avantages de ces derniers, préfère-t-on les fours à grille ordinaire : leurs flammes perdues sont alors utilisées pour chauffer les chaudières qui donnent la vapeur aux marteaux et aux machines.

Le lingot à forger est, en général, muni d'une *queue d'amarrage*, sorte d'appendice ménagé à l'une de ses extrémités, que l'on saisit soit avec un *manchon*, si la pièce ne doit subir aucun choc pendant le travail, soit avec une paire de griffes reliées à la queue par des frettes placées à chaud et serrées au moyen de coins, si la pièce est destinée au pilon. Un long ringard est emmanché dans l'axe soit du manchon, soit des griffes et supporte à son autre extrémité une série de rondelles, contrepoids qui font équilibre au lingot. On comprend, dès lors, qu'en suspendant tout ce système en son centre de gravité au crochet d'une grue ou d'un pont roulant, on puisse l'amener du four au pilon ou à la presse et inversement. De plus, en plaçant un certain nombre d'hommes à l'extrémité du ringard, ceux-ci peuvent, après un coup de pilon, faire *abattage*, c'est-à-dire soulever la pièce pour la déplacer légèrement en arrière et soumettre au forgeage les parties voisines qui n'ont pas encore subi l'action de l'outil.

Dans bien des cas et surtout lorsqu'il s'agit de gros lingots pour blindages, la *fosse de coulée* (Pl. VII) ne permet pas d'y ménager une queue d'amarrage ; on doit donc employer, pour les entrer et sortir, de longues tenailles à une ou deux branches, parfaitement équilibrées dans le haut, que l'on passe sous les lingots. On forge ceux-ci en les soutenant de part et d'autre du pilon ou de la presse à l'aide de jarretières suspendues au pont roulant, ou au moyen de tabliers releveurs munis de repoussoirs comme ceux que l'on a installés à la presse de 4.000 tonnes de Saint-Jacques. On a beaucoup simplifié les conditions d'entrée et de sortie des fours en rendant mobiles certaines parties de ces fours, ce qui permet aux appareils de levage de manœuvrer au-dessus même des pièces qui y sont placées. Il existe des fours à *sole mobile* et des fours à *voûte mobile*. Dans les premiers la sole est constituée par la plate-forme d'un chariot s'introduisant dans des rainures encastrées dans les piédroits : un treuil, hydraulique ou à vapeur, situé à l'arrière, met en mouvement le chariot, — les joints entre les parties fixe et mobile étant soigneusement bouchés par du sable argileux. Dans les fours à voûte mobile, au contraire, la sole est fixe, mais la calotte supérieure du four peut être déplacée sur un chemin de roulement supérieur, au moyen d'un pont roulant ou plus simplement d'un treuil fixe.

Appareils de levage. — Ces appareils sont le plus souvent des grues dans les ateliers à pilons et des ponts roulants s'il s'agit de desservir les presses. Nous citerons les *grues à col de cygne* des Usines Marrel (Voir Pl. V), les 4 grues qui desservent le pilon de 100t du Creusot (Voir Pl. VI), dont 3 ont une puissance de 100 tonnes et l'autre de 160 tonnes, et les grues à double pivot de Saint-Chamond (fig. 11). Les premières ont un seul pivot et sont maintenues à la hauteur du sol ; elles portent un moteur à vapeur qui fait tourner l'arbre commandant la rotation de la grue, le treuil de levage, le chariot se déplaçant le long du col ainsi que le vireur qui retourne la pièce sur elle-même. L'une des deux grues à col de cygne, qui desservent le pilon de 100 tonnes des Usines Marrel, peut être

considérée comme le plus puissant appareil existant dans ce genre. Elle a une puissance de 180 tonnes avec une portée maxima de 10m et une hauteur au-dessus du sol de 9m,700. Les grues à double pivot ne travaillent pas à l'élasticité comme ces dernières. On doit donc interposer un certain nombre de rondelles Belleville entre le moufle et la chaîne, qui porte la pièce à forger. Toutes ces grues marchent en général à la vapeur, les grues hydrauliques étant plutôt réservées pour les ateliers de fonderie.

Parmi les *ponts roulants* mentionnons celui des aciéries de Terni, qui pivote autour du pilon, l'une des extrémités restant fixe, l'autre reposant sur un chevalet mobile sur une voie circulaire. Cette disposition participe à la fois des avantages des grues et des ponts roulants proprement dits, c'est à-dire mobiles sur rails parallèles, et pouvant parcourir toute l'étendue de l'atelier.

Les ponts roulants sont maintenant très répandus et rendent de grands services en permettant de multiplier les fours et de les disposer hors de la portée des grues placées immédiatement autour de l'outil. Ils peuvent effectuer quatre mouvements : levage dans le sens de la hauteur; direction dans le sens de la largeur; translation dans le sens de la longueur; enfin, virage, c'est-à-dire mouvement de rotation permettant de présenter successivement chacune des faces du lingot sous le marteau. La force motrice se transmet aux ponts roulants de bien des manières : certains ponts sont absolument indépendants de l'extérieur, possèdent leur chaudière, leur machine, et sont comparables à une locomobile quelconque; la présence de ces mécanismes est un gros inconvénient dans un atelier : elle y amène bruit et fumées et nécessite, en raison du poids supplémentaire qu'ils ajoutent à celui du pont, des poutres de roulement beaucoup plus considérables. Un autre procédé, encore très employé, consiste à placer la machine motrice en dehors de l'atelier; la transmission se fait, soit par câble sans fin (ce qui n'est guère économique, en raison de l'usure des câbles), soit par arbre carré, comme en Angleterre, système préférable, mais qui ne peut convenir qu'à des translations relativement peu étendues. L'électricité a rendu, ici comme en beaucoup de cas, de signalés services. Aujourd'hui, dans toutes les grandes forges, les ponts sont électriques ; le Creusot (Pl. VII) n'a pas hésité à modifier la plupart de ses ponts roulants qui marchaient à la vapeur et à les transformer en ponts électriques; aux usines de Saint-Chamond, la presse à forger de 4.000 tonnes est desservie par deux ponts électriques de 120 tonnes de puissance (Pl. VIII), établis à 11 mètres au-dessus du sol. L'emploi du courant électrique permet un mouvement de translation aussi développé que l'on veut; la manœuvre est remarquablement simple, et la vitesse des différents mouvements peut être considérable; en outre, le pont roulant est mis en marche aux moments seulement où l'on en a besoin; le bruit continu d'une transmission mécanique n'est donc plus là pour étouffer les commandements du marteleur, ce qui présente un gros intérêt au point de vue des accidents. Nous sortirions de notre programme en nous étendant plus longtemps sur cette question; mais il était nécessaire de ne pas passer sous silence cette application de la science électrique, qui concourt aux perfectionnements de l'industrie du forgeage comme à ceux de la plupart des grandes industries.

V. — Laminage de l'acier.

Ainsi que nous l'avons indiqué au début de cette étude, le travail du laminoir est double : à côté de la pression statique, qui résulte de l'espace libre laissé entre les cylindres ou les cannelures des cylindres, et qui refoule les couches centrales du métal, le mouvement de rotation des cylindres produit un effort tangentiel qui entraîne les couches superficielles. Il est facile de prévoir que l'on peut faire varier ces deux éléments, pression et vitesse des cylindres, suivant les produits que l'on veut obtenir. Dans le laminage ordinaire, on s'arrange pour que la vitesse de refoulement des couches centrales soit la même que la vitesse d'entraînement des couches extérieures. Mais, si l'on augmente considérablement celle-ci par rapport à la première, un creux tend à se former à l'intérieur du lingot pendant son passage au laminoir; c'est le principe du procédé Mannesmann pour fabriquer des tubes sans soudure. De même, on peut faire varier la vitesse de l'un des cylindres par rapport à l'autre dans les cas où l'on a à traiter des lingots hétérogènes (acier dur d'un côté, acier doux de l'autre).

Au point de vue de la pression, le lingot d'acier ne doit pas être traité comme le paquet de fer. Le premier est un bloc homogène, capable de mieux résister à la compression et à l'étirage qu'un paquet de barres puddlées, présentant de nombreux vides dans l'intervalle des mises que le laminage est destiné à souder entre elles. L'acier soudé pourra et devra donc être moins fortement comprimé que le fer soudé et la décroissance des cannelures sera plus faible dans le premier cas que dans le second.

Cages de laminoir. — La cage (Pl. I) est l'ensemble formé par deux cylindres animés chacun, autour d'un axe horizontal, d'un mouvement de rotation inverse l'un de l'autre et tournant entre deux supports verticaux sur lesquels ils reposent par leurs tourillons ; un *train* de laminoir comprend

Fig. 19. — Vue du pont électrique de 150 tonnes qui dessert la fosse de coulée des gros lingots aux aciéries des usines de MM. Schneider et Cie, au Creusot.

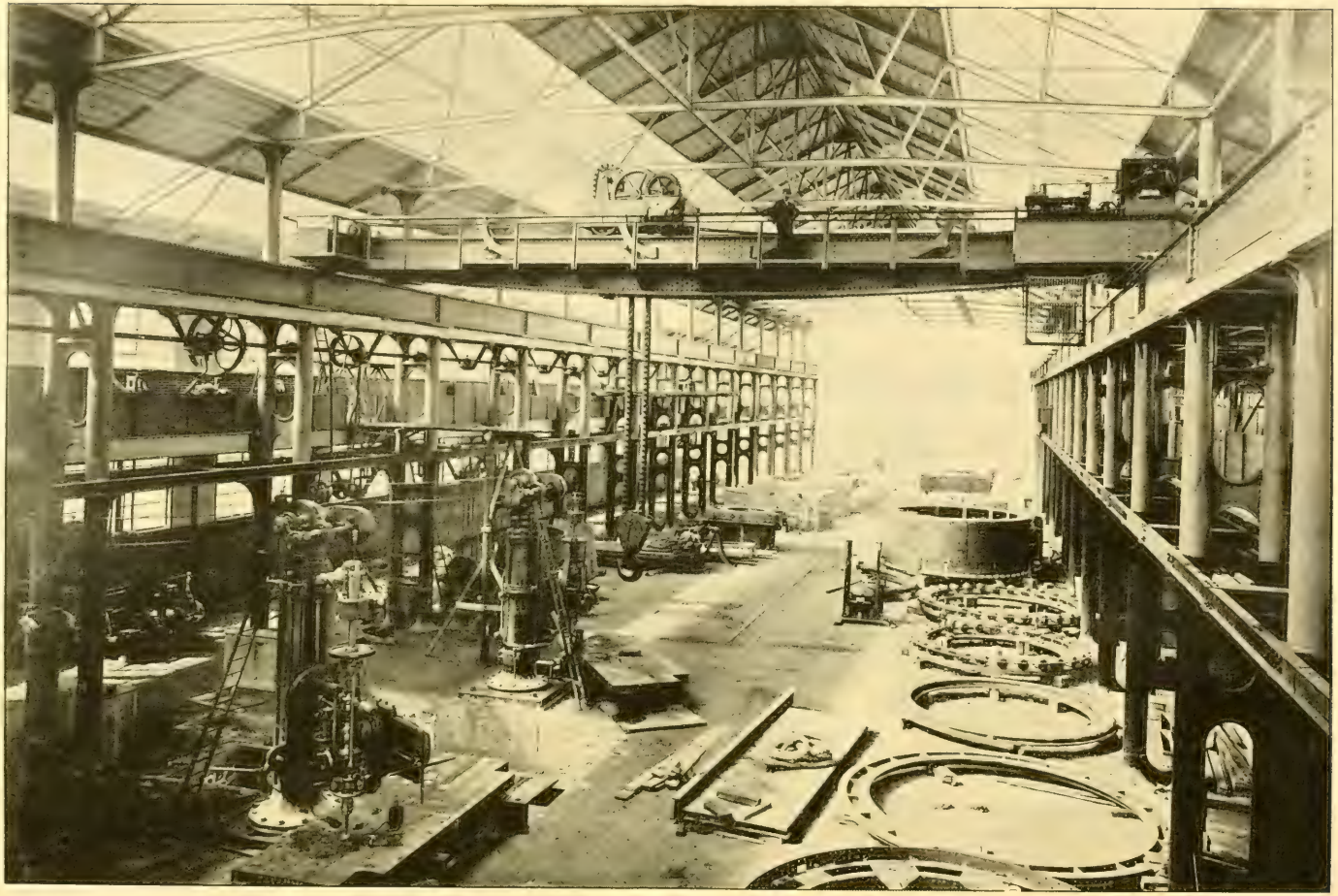


Fig. 14. — *Pont roulant électrique de 60 tonnes dans l'atelier de montage des tourelles aux Aciéries de Saint-Chamond.* — Ce pont a 34 mètres de portée et peut se déplacer sur une longueur de 100 mètres. Il dessert la halle nouvellement construite qui sert au montage des tourelles destinées à l'armement des forts et des navires et, en outre, quelques machines-outils.

une ou plusieurs cages. La génératrice des cylindres peut être une ligne droite : c'est le cas du laminoir à *plats*, à *tôles*, à *blindages*. Elle peut être formée par une ligne brisée présentant des rentrants (cannelures) ou des saillants (cordons); c'est le cas du laminoir à *blooms*, *billettes*, *profilés divers*, *rails*, *traverses*, *poutrelles*, *fils*, etc... Dans certains cas le cylindre supérieur peut prendre une certaine obliquité par rapport au cylindre inférieur horizontal, les axes de cylindres restant dans le même plan; un tel laminoir permet la fabrication de plaques trapézoïdales ou pentagonales, comme les plaques de ceinture de nos cuirassés. Quelquefois les axes des cylindres sont verticaux au lieu d'être horizontaux, comme dans certains *laminoirs à bandages* ou dans les *laminoirs universels*. Enfin, les axes des cylindres sont quelquefois placés dans des plans différents, ce qui produit l'étirage du lingot en tube, ainsi que nous l'expliquerons plus loin à propos du laminoir Mannessmann.

Parmi les cannelures, on distingue les cannelures *ogives*, *plates*, *polygonales*, *profilées*, *soudantes*, *élargisseuses*, *finisseuses*, dont les noms suffisent à expliquer le but.

On comprend qu'avec deux cylindres le passage de la tôle ou de la barre ne peut se faire que dans un sens et que, par conséquent, le rendement d'un tel outil doit être faible. Deux moyens permettent d'éviter cet inconvénient et d'opérer le laminage dans les deux sens : le premier consiste en l'emploi d'un *trio*, c'est-à-dire trois cylindres superposés au lieu de deux; les cannelures sont ainsi formées par le cylindre du milieu avec chacun des cylindres extérieurs, et la barre est laminée à chaque passage. Mais cette disposition entraîne une complication dans l'outillage et particulièrement des releveurs à bras ou mécaniques (suivant le poids des lingots) placés d'un côté des cylindres et desservant le passage supérieur. La machine motrice est alors ordinairement à un cylindre, attelée directement à l'axe médian du laminoir. On peut aussi changer le sens de la rotation des cylindres, changement de marche qui se fait soit directement par embrayage, soit par la machine motrice elle-même. Dans le premier cas, le moteur tournant toujours dans le même sens, la somme des masses à mettre en mouvement ou à arrêter est beaucoup moindre ; mais, au moment où l'on fait l'embrayage, il se produit un choc considérable. Si, au contraire, on renverse la vapeur dans la machine motrice, qui devient alors reversible, il faut supprimer le volant, parce que la mise en mouvement d'une pareille masse serait trop lente, et attaquer les cylindres de laminoirs soit directement, soit par l'intermédiaire d'engrenages robustes. La machine motrice doit donc être très puissante et comporter de gros cylindres afin de compenser l'absence du volant.

Au train de blindages des usines *Saint-Jacques* (Société des Forges de Châtillon et Commentry) (Pl. X) le changement de marche se fait par embrayage : l'appareil de changement, interposé entre le moteur et la cage des pignons qui transmettent le mouvement aux deux cylindres, se compose de deux cages, l'une à deux, l'autre à trois pignons, qui entrent alternativement en jeu lorsque les cylindres tournent dans un sens ou dans l'autre. Les griffes d'embrayage sont commandées par la tige de piston d'un cylindre hydraulique spécial, qu'actionne une simple pédale placée à portée de l'ouvrier.

Les machines réversibles sont aujourd'hui très répandues; elles ont des puissances de 1.500 à 5.000 chevaux. Nous citerons : celles des aciéries d'*Essen*, qui sont à deux cylindres conjugués ayant chacun $1^{m},30$ de diamètre, $1^{m},75$ de course, marchant à 120 tours, alors que le laminoir ne marche qu'à 48 tours au plus (plaques minces); celle du *Creusot* (Pl. IX), qui est également à 2 cylindres conjugués et qui a une puissance de 3.000 chevaux ; le diamètre des cylindres à vapeur est de $1^{m},20$, la course des pistons de $1^{m},50$; les machines Compound des Aciéries de *Jœuf* et d'*Hayange;* enfin, les machines Audemar Kraft, à détente variable avec distribution, employées aux usines *Cockerill*, à *Seraing* (Belgique), à *Saint-Chamond*, à *Valenciennes*, etc.

Quand leur vitesse de rotation ne doit pas dépasser 100 tours par minute, les cylindres sont mis en mouvement directement par la machine motrice; au delà de cette vitesse, il faut employer des engrenages comme intermédiaires. Enfin, lorsqu'il s'agit de vitesses considérables (plusieurs centaines de tours par minute), — comme pour les *trains-machine* qui servent à la fabrication d'un produit appelé *machine*, sorte de gros fil d'acier ou de fer, de $2^{m}/^{m}$ à $4^{m}/^{m}$ environ de diamètre, employé dans les tréfileries comme matière première, — les engrenages sont remplacés par des courroies ou par des câbles.

Trains de Blindage. — En passant en revue les différents laminoirs, nous insisterons seulement sur leurs caractères saillants. En première ligne, comme puissance, viennent les trains qui servent au laminage des plaques de blindage. Nous en citerons quelques-uns en faisant remarquer que certains sont dits *universels* parce que ce sont des laminoirs dans lesquels il existe non seulement deux cylindres horizontaux dont on fait varier l'écartement, mais en même temps deux cylindres verticaux que l'on rapproche ou qu'on éloigne à

volonté de façon à exercer une pression latérale sur les cans. De tels trains peuvent donc laminer des plaques, des tôles ou des plats de toute épaisseur et de toute largeur, sans que l'on soit forcé de changer les cylindres. Le train à blindages des usines de *Saint-Jacques* à Montluçon (Pl. X), dont on a pu admirer, à l'Exposition de 1889, la cage à pignons spéciale, présente le grand avantage de pouvoir laminer même en inclinant le cylindre supérieur. La longueur de table des cylindres horizontaux est de 4 mètres et leur diamètre de 1 mètre. Chacun d'eux est en acier forgé et pèse environ 30 tonnes. La longueur de table des galets verticaux est de $1^{m},300$ et leur diamètre de $0^{m},500$. Ces dimensions permettent de laminer sans difficulté des paquets de 2 mètres de hauteur. Un repoussoir hydraulique à l'avant et à l'arrière du train, commandé par un cylindre souterrain, remet les pièces en prise sous le laminoir à chaque changement de marche.

Le train à blindages des *Étaings* (Pl. XI) vient d'être transformé : il comporte maintenant des cylindres horizontaux de $3^{m},300$ de longueur de table et de $1^{m},050$ de diamètre, des cylindres verticaux de $1^{m},130$ de longueur et de $0^{m},500$ de diamètre.

Au *Creusot*, les cylindres verticaux ont été supprimés; des rouleaux entraîneurs amènent le lingot aux cylindres horizontaux et, lorsqu'on veut le tourner de 90°, un petit élévateur qui forme plaque tournante le soulève de 40^{cm} au-dessus des rouleaux et le dépose dans sa nouvelle position; à l'avant du train un culbuteur hydraulique peut retourner rapidement la plaque, ce qui est très commode pour le chauffage. Le laminoir à blindages du Creusot (Pl. IX) se compose de 2 cylindres horizontaux de $9^{m},950$ de diamètre et de 3 mètres de longueur de table. Ces deux cylindres peuvent être écartés de $0^{m},750$. On peut y laminer des plaques de 35 à 40 tonnes. On peut adjoindre aux cylindres horizontaux 4 cylindres verticaux (2 AV et 2 AR). Le ripage, le transport et le retournement des paquets se font mécaniquement. La disposition des cylindres permet aussi de laminer des plaques à section trapézoïdale, 2 ponts roulants, l'un de 20 et l'autre de 60 tonnes, de 19^{m} de portée, desservant ces deux trains et les fours qui les alimentent. Ce train est plutôt un train à grosses tôles qu'un train à blindages.

Aux Aciéries de *Saint-Étienne*, le train employé pour les plaques minces est analogue. Les cylindres en fonte truitée grise ont $2^{m},700$ de longueur et 900 $^{m}/^{m}$ de diamètre. Le cylindre supérieur peut se lever de 600 $^{m}/^{m}$.

Aux usines Cammell, à *Sheffield*, le train à blindages est robuste, très simple et même un peu primitif : les cylindres ont $900^{m}/^{m}$ de diamètre ; les abords sont de part et d'autre légèrement inclinés et quelques rouleaux suivent les mouvements de la plaque durant le laminage; pour sortir les plaques des fours placés parallèlement aux cylindres, la manœuvre est rudimentaire : on se sert du train comme d'un treuil ; on enroule une chaîne autour du cylindre supérieur du train et, en faisant marcher la machine, on tire la plaque sur un chariot; celui-ci, entraîné brusquement par un attelage de 4 à 5 chevaux, jette la plaque entre les cylindres.

Trains à tôle. — Ces trains rentrent dans le même genre que les précédents, avec cette différence que les organes sont moins robustes et plus simplifiés. Nous parlerons, seulement à titre d'exemple, des installations de la tôlerie aux usines de *Barrow* (Angleterre), parce qu'elles comportent une série d'accessoires des mieux compris pour réduire la main-d'œuvre et diminuer la fatigue de l'ouvrier. Le train comprend un ébaucheur et un finisseur conduits par deux machines Compounds à 4 cylindres. L'ébaucheur a 2 cylindres de 700 $^{m}/^{m}$ de diamètre sur 2 ou 3 mètres de longueur, le finisseur 2 cylindres de 850 $^{m}/^{m}$ de diamètre sur 3 mètres de longueur. Un appareil hydraulique sort les *slabs* (brames forgées) des fours à réchauffer et les dépose devant les cylindres ébaucheurs sur un tablier mobile qui, en s'inclinant, permet à la pièce de s'engager. Devant les cylindres sont disposées deux séries parallèles de petits rouleaux; chacune d'elles peut recevoir des mouvements directs ou inverses l'une de l'autre. Lorsque tous les rouleaux marchent dans le même sens, ils font avancer ou reculer la brame ; si ceux de l'une des séries changent de sens, les autres tournant toujours de même, l'ébauche, qui est placée au-dessus de tous les rouleaux, reçoit un mouvement de rotation. Lorsqu'elle a parcouru 90°, on rend uniforme le sens de la marche des rouleaux et la pièce s'engage dans les cylindres en suivant une direction perpendiculaire à la précédente, sans que l'on ait eu recours à aucun levier. Dès que la brame est dégrossie, un transbordeur hydraulique, pouvant se déplacer dans une fosse au-dessous des rouleaux, la pousse sur les rouleaux du laminoir finisseur à l'aide de fourchettes mobiles verticales dépassant le niveau du sol. On est surtout frappé, dans cet atelier, de l'absence presque complète d'ouvriers : c'est le même machiniste qui met en marche les différents appareils hydrauliques servant aux mouvements des brames et des cylindres. A sa sortie du finisseur, la tôle est tirée le long d'un chemin aérien par un cabestan hydraulique et amenée en un point du chantier, où elle est mesurée et tracée pour le cisaillage. A l'usine *Borsigwerk* (Haute-Silésie), il existe un train pour grosses tôles dont

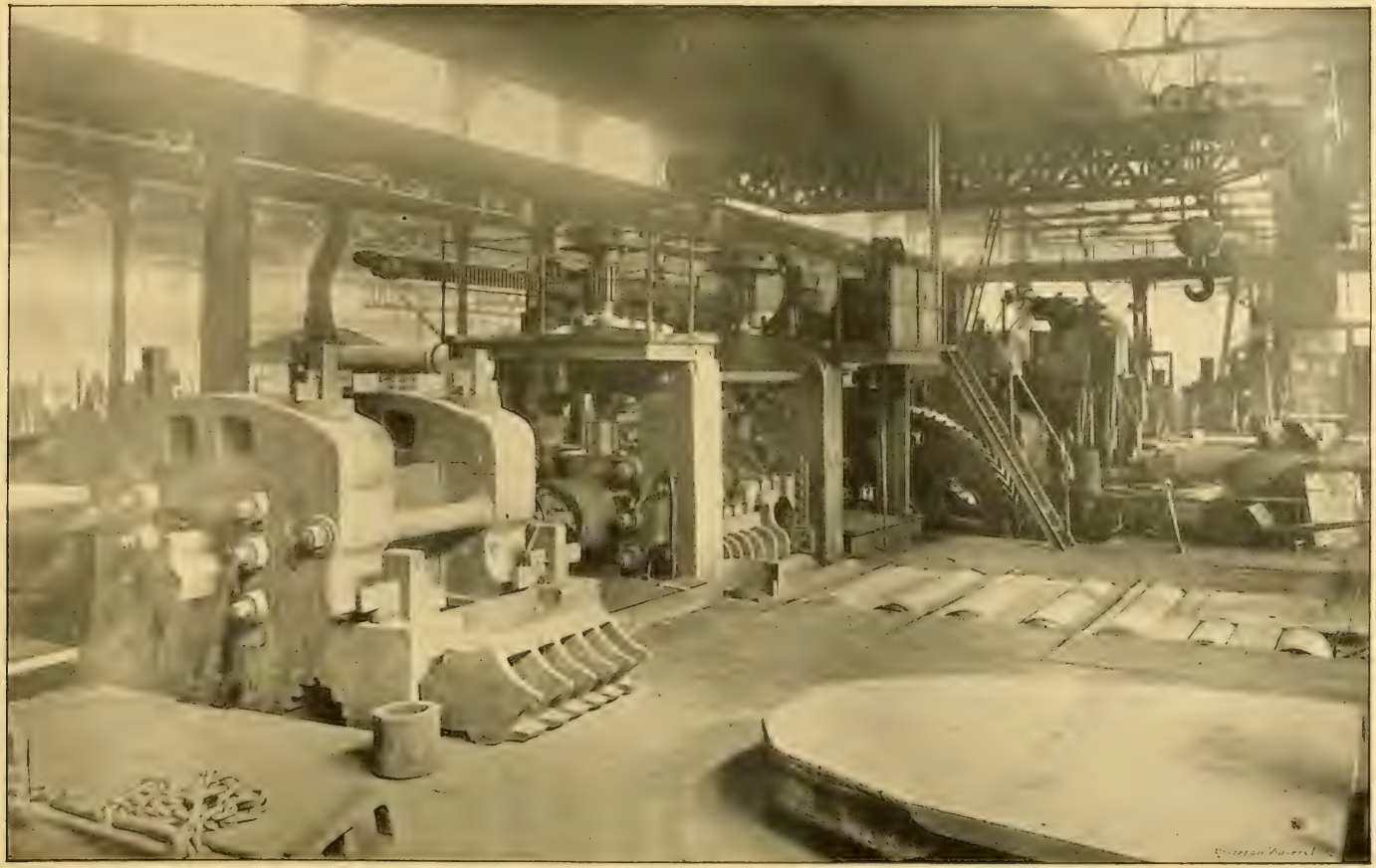


Fig. 15. — *Vue d'un train réversible avec sa machine, aux usines de MM. Schneider et Cie, au Creusot.* — Les parties gauche et centrale de la figure représentent le train de laminage monté en duo. L'écartement des cylindres peut être réglé à volonté au moyen de la cremaillere, visible à la partie supérieure et mue par un ouvrier. Les rouleaux, situés à droite de la figure au niveau du sol, et animés également d'un mouvement de rotation réversible, donnent aux pièces les mouvements de va-et-vient nécessaires pour les faire passer entre les deux cylindres du laminoir.

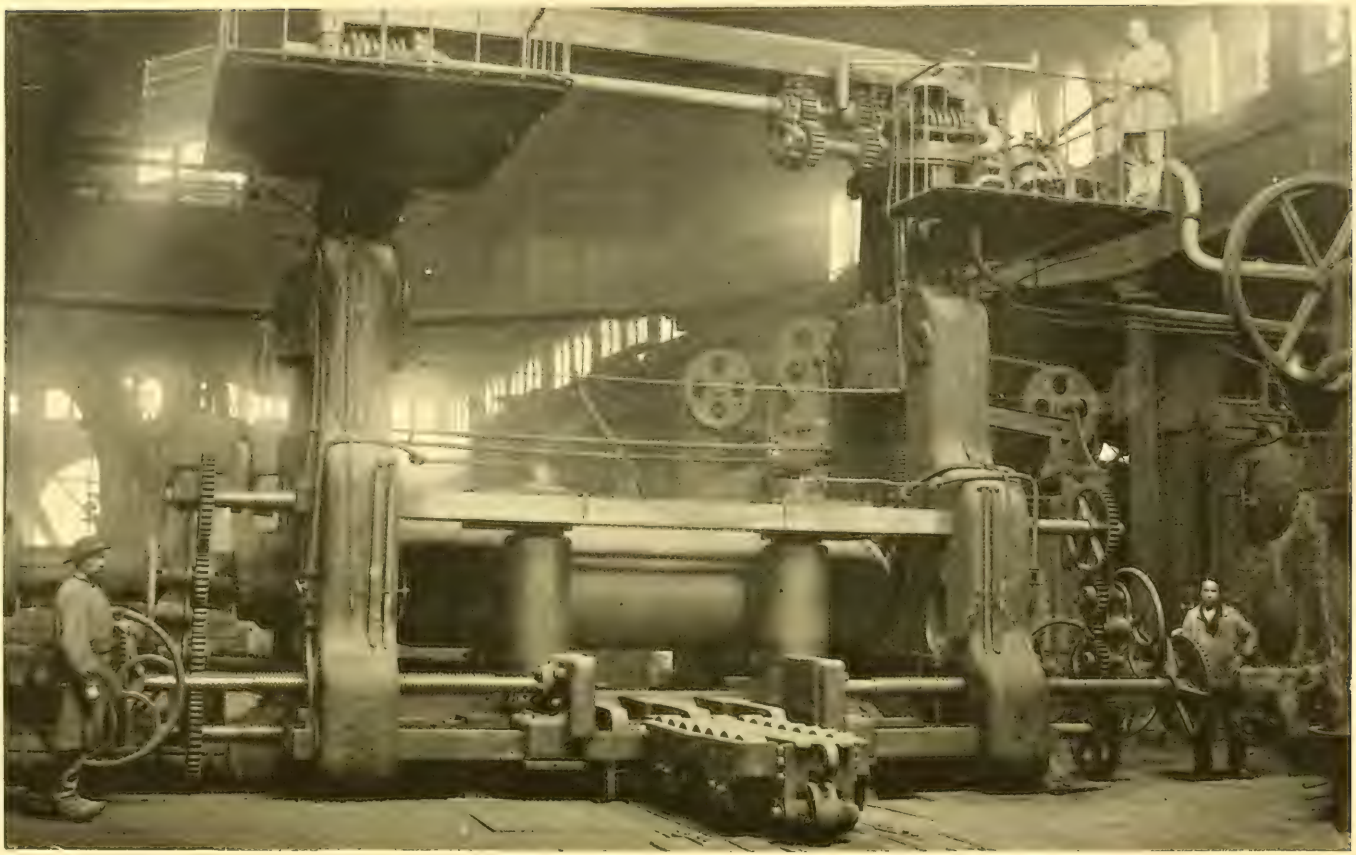


Fig. 16. — *Train de blindage de l'usine Saint-Jacques à Montluçon (Forges de Châtillon et Commentry).* — La figure ci-jointe montre l'ensemble du train; il se compose de deux cages verticales placées à gauche et à droite de la figure, portant les deux cylindres horizontaux, dont l'écartement est variable dans le sens vertical. Le cylindre supérieur est équilibré à l'aide de bascules qui le maintiennent constamment appuyé contre les vis de pression verticales, dont les écrous sont fixés au sommet des cages. Un moteur à vapeur, placé au-dessus et à droite de la cage de droite, actionne ces deux vis. Suivant le sens dans lequel on le fait mouvoir, le cylindre supérieur s'écarte ou se rapproche du cylindre inférieur. En avant des cylindres horizontaux sont placés les galets verticaux qui servent à régler la largeur des plaques laminées et dont l'écartement peut varier à volonté à l'aide des mouvements d'engrenages que l'on voit à droite et à gauche des cages. Un chariot fixe à roulcaux est placé devant le train; il supporte la pièce à laminer et celle-ci est entraînée entre les galets à l'aide d'une coulisse mobile placée au niveau du tablier.

les cylindres ont 800 m/m de diamètre et une longueur de table de 3m,500, permettant de laminer des tôles ayant jusqu'à 3m,200 de diamètre.

Le trio Lauth, inventé primitivement pour le laminage des tôles minces, a été appliqué par le *Creusot* à la fabrication des tôles fortes. Dans ce système, le cylindre médian est équilibré, et un mouvement hydraulique le fait monter ou descendre pour l'appuyer contre les cylindres supérieur ou inférieur. Des tabliers releveurs, placés devant et derrière, se meuvent verticalement en restant horizontaux : leur mouvement est combiné avec celui du cylindre médian, ce dernier ayant un diamètre plus faible que celui des autres; ainsi, chez Krupp, à *Essen*, les cylindres supérieur et inférieur ont 600 millimètres de diamètre; le cylindre médian a 380 millimètres de diamètre pour une longueur d'action de 1865 millimètres. L'inconvénient de cette disposition est l'usure beaucoup plus rapide du cylindre du milieu soumis à un travail deux fois plus grand. Aussi, aux Forges de Pompey, a-t-on donné le même diamètre aux trois cylindres.

Trains pour fers plats. — Pour les fers plats de 300 à 600 m.m. de largeur, on emploie presque partout *les laminoirs universels*: aux Aciéries d'Essen, les cylindres horizontaux ont 600 millimètres de diamètre, les verticaux environ les 2/3 du diamètre des horizontaux. Aux Aciéries de Longwy, les cylindres horizontaux ont 700 millimètres de diamètre et 2 mètres de longueur, les cylindres verticaux 550 de diamètre et 670 millimètres de longueur. Les rouleaux entraîneurs sont mus par une machine réversible spéciale. Les barres, à la sortie, passent sur la plaque à dresser, dont les taquets sont commandés par une vis sans fin; de cette plaque, elles sont amenées par une tireuse sur la grille, puis transportées parallèlement par des chaînes sans fin. Le mouvement de serrage des taquets, le tirage et la translation sur la grille sont produits par une machine réversible horizontale, semblable à celle du mouvement des rouleaux. Les taquets ainsi commandés ne marchent pas par la vapeur assez vite, et le serrage hydraulique, comme il se fait au Creusot, est de beaucoup préférable.

Trains Blooming pour barres et rails. — Ces trains font le dégrossissage des lingots destinés à la fabrication des rails, billettes ou autres barres profilées, travail qui, autrefois, s'exécutait au pilon. Grâce à ces engins, en général très puissants, on peut employer des lingots d'un poids relativement élevé pour obtenir des produits de faible section. Les bloomings sont constitués, en Amérique, par des *trios* avec releveurs automatiques et, en Europe, par des *duos* réversibles. La forme des cannelures est un peu évasée dans le sens de la hauteur, afin que le lingot ne puisse se coincer. Des rouleaux entraînent les lingots; on peut même donner quartier au lingot quand on se sert de trios avec tabliers releveurs, en amenant sous le tablier, dans une position convenable, un chariot muni de petites plaques verticales en fer qui passent entre les rouleaux du tablier. Si l'on abaisse ce dernier, le lingot, si lourd qu'il soit, porte sur les plaques et se tourne automatiquement de 90°. — A la suite d'un train blooming est toujours installée une cisaille découpant à chaud le bloom, qui a 7 à 8 mètres de longueur, et le sectionnant en 5 ou 6 lopins de poids déterminé.

Pour un train à gros rails, le duo réversible est plus indiqué que le trio, en raison de la plus grande longueur des barres : il doit, en outre, marcher avec une grande vitesse, si l'on veut éviter un réchauffage. Le matériel employé pour la fabrication des rails à Barrow mérite d'être cité comme un modèle du genre. Le train à rails comprend un ébaucheur (cogging) de 0,900, entraîné par une machine réversible à deux cylindres (D = 1.000 L = 1.500), un dégrossisseur (roughing) de 0.700 mis en marche par une machine réversible à deux cylindres (D = 1.200 L = 1.370) à action directe, enfin un finisseur (finishing) de 0.660 avec une machine de même type (D = 1.270 L = 1.370). Ces trois machines développent une force totale de 15.000 chevaux environ. Elles permettent, en travail courant, d'avoir toujours trois barres en prise. Le lingot ($\overline{350}^2 \times 1^m,300$), amené du Bessemer au four à réchauffer, en est tiré mécaniquement et envoyé au cogging, puis directement aux autres laminoirs par des rouleaux rapides. La pièce étant mécaniquement guidée depuis la dernière passe dans un cylindre jusqu'à la première passe dans le suivant, le travail manuel se trouve réduit au minimum. Au train finisseur, deux longs chéneaux inclinés, en tôle, établis à l'avant et à l'arrière des cylindres et allant jusqu'au-dessus des fours à réchauffer, permettent à la barre de se développer, sans pour cela gêner le train ébaucheur et les scies à découper. Ces chéneaux, comme ceux des aciéries d'Eston et des aciéries du Nord et de l'Est, sont munis de rouleaux de manière à laisser remonter les barres qui viennent de passer au finisseur et à les laisser redescendre par leur propre poids dans une nouvelle cannelure au moyen d'aiguillages commandés hydrauliquement. Cet artifice ingénieux permet de fabriquer des barres qui atteignent la longueur de 40 mètres. Le rail, coupé à longueur, est déposé sur le banc de refroidissement et roulé à l'atelier de finissage où il est ébouté, fraisé, foré et contrôlé. La production des rails,

dans cette usine, est de 4.000 tonnes par semaine.

Train Machine. — Tous les laminoirs précédents rentrent dans le genre que l'on désigne sous le nom de « *gros mills* » ; ce sont ceux où la section des barres laminées dépasse 5 à 600^{mm2}. Il existe, en outre, les *moyens mills* (qui laminent de 600 à 200^{mm2}) et les *petits mills* en dessous de 200^{mm2}. Une des variétés les plus intéressantes des *petits mills* est le *train machine*, dont nous avons déjà donné la définition. Le produit est cette petite verge ronde, vendue en bottes circulaires et servant de point de départ à la fabrication du fil et de tous ses dérivés, tels que pointes, vis, fil télégraphique, cordes de piano... Ce genre de laminage s'est beaucoup développé en Amérique, en Westphalie, et même en France. Le système anglais, qui mettait sur la même ligne dégrossisseurs et finisseurs et admettait par conséquent une vitesse uniforme, donc trop réduite pour la fin du travail, a été complètement abandonné. L'idée de communiquer aux cages des vitesses progressives a été heureusement appliquée par les usines allemandes, et M. Mussy, ingénieur en chef des Mines, a introduit avec succès ces perfectionnements aux Aciéries de Longwy. Dans cette usine, le train se compose d'un premier dégrossisseur à une cage, d'un second dégrossisseur à deux cages et d'un finisseur à neuf cages, tous conduits par la même machine horizontale compound de 650 chevaux, à condensation indépendante. Le premier dégrossisseur, dont le diamètre primitif est 385, est commandé directement par la machine et fait 120 tours. L'arbre du second dégrossisseur reçoit par l'intermédiaire de 9 câbles en chanvre de 50 millimètres de diamètre, une vitesse de 275 tours ; enfin, le finisseur est conduit avec une vitesse de 518 tours, au moyen de 7 câbles de 45 m. m. Un bobinoir, commandé par une petite machine pilon et muni de 2 bobines, marche à 300 tours.

Trains pour chaînes sans soudure. — Nous ne nous arrêterons pas à toutes les installations de laminoirs pour profilés quelconques, fers à T, fers à U, fers à I, poutrelles, cornières, feuillards ; nous dirons seulement quelques mots du laminoir pour *chaînes sans soudure*, système Aury, perfectionné récemment par M. Klasse, aux Laminoirs Germania de Neuwied. On lamine une barre à section cruciforme ; celle-ci passe ensuite dans deux paires de cylindres à rainures creusées de vides exactement rapportés. Le produit est une chaîne presque finie, dans laquelle les maillons ne sont plus réunis que par une mince toile, que l'on enlève au moyen d'une poinçonneuse ; on achève la séparation à la presse à forger après réchauffage. La seule difficulté consiste dans le réglage des cylindres.

Laminoirs à bandages. — Ces laminoirs sont caractérisés par ce fait que la cannelure est unique, emboîtante et se modifie, pendant le laminage même, par le rapprochement d'un galet formant l'extrémité de l'un des cylindres et venant s'appuyer sur la face intérieure du bandage jusqu'à ce que ce dernier soit du diamètre voulu. Il y a une grande différence entre ce genre de laminage et les précédents : on n'a plus la facilité de pouvoir retrancher l'excès de matière après le passage aux cylindres afin d'arriver à un poids déterminé. Puisque la pièce est sans soudure, il faut nécessairement que le poids de la rondelle qu'on veut soumettre au laminage soit calculé très exactement à l'avance.

Un *train à bandages* comprend un ébaucheur et un finisseur construits de la même manière et conduits par la même machine à vapeur. Le mouvement est transmis aux deux cylindres par des roues dentées, à chevrons, auxquelles on donne une grande longueur pour que le rapprochement se fasse, les dents restant en prise. En France, on peut disposer les cylindres de deux façons différentes ; mais ils sont, en général, placés horizontalement, et le bandage se fabrique alors verticalement. En Amérique, en Allemagne et en Autriche, les axes des cylindres sont, au contraire, verticaux, de sorte que le bandage se lamine horizontalement au niveau du sol. Ajoutons que plusieurs usines françaises, telles que Firminy, Pamiers, ont adopté des laminoirs dans lesquels l'ébaucheur est horizontal et le finisseur vertical. Pour terminer cette rapide nomenclature, nous mentionnerons le train à bandages de M. James Munton (États-Unis) dans lequel le cylindre vertical extérieur est muni, à sa partie supérieure, d'un plateau taillé en biseaux, qui sert à affranchir le haut du lingot, pendant le laminage même.

Laminoir pour tubes d'acier sans soudure. — Ce nouveau genre de laminoir, employé par M. Manessmann comprend deux cylindres horizontaux A, B, entaillés de rainures en spirales, dont les axes ne sont pas dans le même plan et font entre eux un angle 2α ; la vitesse de rotation des cylindres est considérable (250 à 300 tours par minute). Le lingot est introduit de façon que son axe fasse un angle α avec les axes de chacun des 2 cylindres A et B ; si V désigne la vitesse de rotation de ces cylindres à leur circonférence, le lingot doit prendre un mouvement de rotation égal à $V \cos \alpha$ et un déplacement longitudinal $V \sin \alpha$. On s'oppose à ce déplacement longitudinal du lingot, ainsi qu'à la

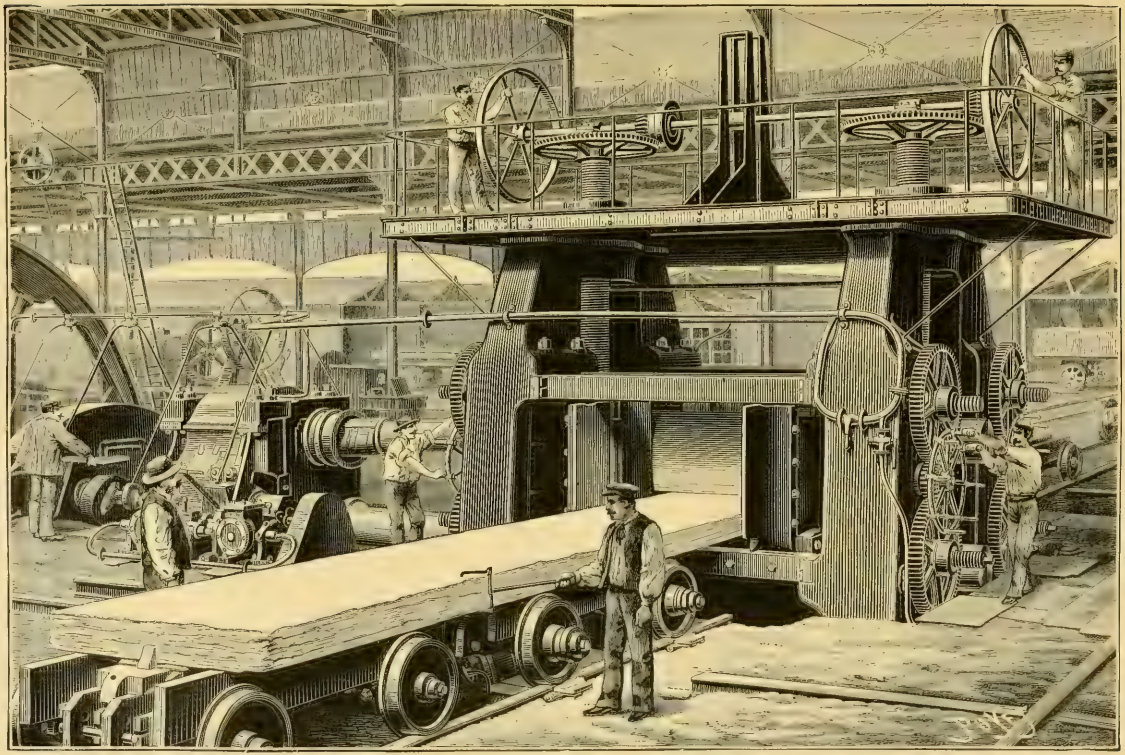


Fig. 17. — *Vue du grand Laminoir pour la fabrication des plaques de blindage, de l'usine des Etaings* (*Marrel frères*). — Le laminage d'une plaque en fer vient d'être terminé et l'ouvrier présente sa jauge pour vérifier si l'épaisseur voulue est atteinte. — La longueur maximum entre les cylindres verticaux est de $3^{m}200$ et la hauteur maximum entre les cylindres horizontaux est de $1^{m}300$. Le poids d'une cage nue est de 43.000 kilogrammes et celui de chaque cylindre horizontal de 30.000 kilogrammes.

marche de la partie centrale, à l'aide d'un mandrin fixé suivant l'axe, et les couches superficielles, immédiatement en contact avec les rainures hélicoïdales, sont entraînées avec la vitesse $V \sin \alpha$. La machine motrice, de la force de 12.000 chevaux, est munie d'un lourd volant avec jante en fils d'acier enroulés sur des bras constitués par des tôles courbées et rivées aux deux plateaux. A l'usine de Landorre (pays de Galles) la jante pèse 70 tonnes et marche à 240 tours avec une vitesse tangentielle de 75 mètres par seconde, ce qui correspond à une puissance vive dépassant 20 millions de kilogrammètres. Un train Mannessmann comporte généralement un préparateur destiné à transformer les lingots en tubes ébauchés, ainsi que nous venons de le voir; et un finisseur avec disques rotatifs, construit d'une façon analogue, a pour but d'élargir les tubes ébauchés et de les amener aux dimensions demandées.

VI. — Opérations annexes du laminage.

Afin de compléter l'étude du matériel de laminage, il nous reste à indiquer les fours employés au réchauffage des lingots, ainsi que les engins servant à la manutention des lingots et des cylindres; comme les fours décrits au sujet du forgeage, ceux-ci sont presque tous à grille ordinaire, sous la condition d'être suivis de *chaudières* soit verticales, soit horizontales, *qui utilisent les flammes perdues au réchauffage*. Pour réchauffer les lingots pour blooms, rails, etc., on installe généralement des fours continus, système Bicheroux; les lingots froids, chargés du côté de la sortie des gaz, doivent sortir chauds du côté du foyer, prêts pour le laminage : aussi de nombreuses portes, ménagées sur les côtés, permettent le retournement de ceux-ci, qui, au fur et à mesure de leur réchauffage, descendent la sole, dont la pente est de 1/4 environ pour faciliter le travail. Sans nous arrêter aux nombreux systèmes de fours chauffés au gaz naturel ou au pétrole, nous dirons que, dans les usines qui fabriquent elles-mêmes leur métal, la tendance générale est de réchauffer les lingots en les posant sur leur plus petite face dans des fosses disposées au milieu d'un massif en maçonnerie réfractaire et de recouvrir chacun de ces puits (puits Gjers) par un couvercle qui empêche le contact de l'air. Les briques sont bientôt amenées par la chaleur de l'acier à une haute température, de telle manière qu'une demi-heure après leur exposition dans ces puits, les lingots deviennent également chauds dans toutes leurs parties. En sortant des puits, ils sont dans un état très propice au bon laminage, puisqu'ils sont toujours au moins aussi chauds au centre qu'à l'extérieur.

Pour la manœuvre des lingots, la disposition des fosses Pits et, en général, des fours placés au-dessous du sol, permet d'employer l'engin de levage le plus simple : une pince manœuvrée hydrauliquement et portée par une grue ordinaire suffit amplement. Au contraire, pour charger les fours à sole horizontale, les appareils usités sont bien plus compliqués : dans bien des cas, c'est un pont roulant qui porte la pince; d'autres fois, ce sont des chariots à vapeur avec pompes pour effectuer la manœuvre hydraulique de la tenaille. Dans certaines usines américaines, le chariot porte, outre la pompe, deux dynamos directrices qui prennent leur courant sur une conduite principale; un seul homme suffit à son service. Les chemins de fer aériens sont d'un grand usage pour le transport des tôles, des bandages, etc.; nous signalerons à ce sujet la disposition adoptée à Homestead pour déplacer les tôles : de distance en distance, en quinconce, sont placées des barres de fer verticales, espacées de $0^m,40$ à $0^m,50$ et hautes de $0^m,80$ à 1 mètre. Chaque barre est coiffée d'une roulette, et toutes ces roulettes, situées dans le même plan horizontal, peuvent prendre des orientations quelconques, de façon que la tôle glisse très aisément, manœuvrée par les hommes qui la poussent.

VII. — Trempes et Recuits.

L'étude des appareils et procédés de la forge ne serait pas complète, si nous ne signalions les opérations indispensables qui précèdent ou suivent le travail mécanique auquel est soumis le métal, tout en regrettant de ne pouvoir ici qu'effleurer la question.

Nous avons dit, au début, que le forgeage avait pour résultat d'augmenter la densité du métal en distribuant mécaniquement le carbure de fer, c'est-à-dire le ciment, entre chaque amas de globules, qui, au retrait, lors du refroidissement après coulée, l'avait obligé à s'échapper et à se placer très irrégulièrement dans la masse. Il est évident que cette condition n'est atteinte que si le forgeage se fait à une température inférieure à celle de la fusion de ce carbure, qui, sans cela, pourrait s'écouler sous le choc du marteau. De même, cette opération effectuée au-dessous de la température à laquelle le carbure de fer commence à se dissocier, ne produirait que l'*écrouissage* du métal, c'est-à-dire une désagrégation du ciment et, en même temps, une transformation moléculaire du fer, analogue à celle dont nous allons parler au sujet de la trempe et caractérisée par une absorption de chaleur, une élévation de la limite d'élasticité et une diminution de malléabilité et de densité.

Depuis les belles recherches de Tchernoff, Karsten, Caron, Akermann et Osmond, on sait que le carbone, qui fait partie intrinsèque des aciers et

des fontes, peut exister sous trois formes distinctes : 1° Le carbone réellement combiné au fer, qui domine dans l'acier en lingots ou dans l'acier forgé recuit, dont il constitue le ciment, et appelé pour cette raison *carbone de recuit;* 2° le carbone simplement dissous dans le fer, qui domine dans les régions périphériques des aciers ou des fontes trempés, c'est-à-dire brusquement refroidis, et désigné sous le nom de *carbone de trempe;* 3° le carbone qui reste lorsque le fer en a dissous autant qu'il pouvait le faire; c'est le graphite des fontes ou *carbone libre.*

On sait, en outre, que le *fer* peut exister sous plusieurs états moléculaires différents, que l'on dénomme α, β, γ. Le fer α domine dans l'acier recuit, les fers β ou γ dans l'acier écroui ou trempé. Si donc on refroidit brusquement le métal avant le point *a*, température où le carbure de fer se dissout et où le fer α se transforme en fer β, ce métal ne prend pas la trempe, et ses propriétés physiques ne sont aucunement modifiées. Si on l'amène à une température comprise entre *a* et *b*, température de fusion du ciment, et qu'on le refroidisse brusquement par la trempe, on empêche le carbone de se recombiner et le fer β de repasser à l'état α, on modifie toutes les propriétés du métal, qui est alors réellement trempé et qui devient excessivement dur et très cassant. Si, au contraire, on laisse le métal, amené entre *a* et *b*, se refroidir lentement, le carbone se recombine avec le fer, et le fer β redevient α. Cette dernière opération, qui constitue *le recuit*, pourrait paraître inutile; elle a cependant une grande importance dans les forges. Nous avons vu que les effets de l'écrouissage peuvent être comparés à ceux de la trempe, et que, d'autre part, le travail que l'on fait subir soit par forgeage, soit par laminage, se termine le plus souvent à des températures relativement basses et inférieures à *a*. Le réchauffage, suivi de refroidissement lent, est donc nécessaire pour rétablir l'équilibre, permettre la diffusion du carbone et restituer le ciment dans les régions qui en sont devenues dépourvues (Voir les figures 2 et 3 qui montrent la différence de structure d'un acier forgé avant et après recuit). Il est également employé pour atténuer les effets de la trempe : c'est alors *le revenu;* mais, dans ce cas, il faut bien se garder de réchauffer le métal à une température égale ou supérieure à celle où a eu lieu la trempe.

M. Osmond a fait de nombreux essais pour déterminer la valeur de *a* dans les différentes qualités de métal, depuis le fer contenant 0,08 de C jusqu'à la fonte blanche de Suède à 4,10 de C. Il a constaté qu'en général, et surtout dans les aciers doux, la valeur de *a* n'est pas simple, et les multiples points critiques qu'il a appelés a_1, a_2, a_3, correspondent, soit à la transformation du carbone de recuit en carbone de trempe, soit à la transformation du fer et aux mélanges, en diverses proportions, de fer α, de fer β et de fer γ. Voici, rapidement résumées, les principales valeurs de ces points critiques, en soulignant les plus visibles :

	Carbone	Points critiques			Nombre de points critiques
	—	—			—
Fer électrolytique	0.08	$a_1 = 660$	$a_2 = 720$	$a_3 = 855$	.. 3
Acier extra-doux	0.16	$a_1 = 660$	$a_2 = 730$	$a_3 = 820$	.. 3
Acier doux	0.29	$a_1 = 660$	$a_2 =$	$a_3 = 720$	.. 2
Acier mi-dur	0.57	$a_1 = 660$	$a_2 =$	$a_3 = 730$	.. 2
Acier dur	1.25	$a_1 =$	$a_2 =$	$a_3 = 675$	.. 1
Fonte blanche	4.10	$a_1 =$	$a_2 =$	$a_3 = 695$	.. 1

Le point a_1 correspond au changement d'état du carbone (recalescence); les points a_2 et a_3 indiquent la transformation bien graduelle de fer α en fer β, et de fer β en fer γ; au-dessus de a_3, tout le fer est à l'état γ, et, entre a_2 et a_3 il est à l'état β.

On voit, d'après les chiffres qui précèdent, que la présence du carbone de trempe maintient le fer aux états β et γ, à une température d'autant plus basse que la teneur en carbone est plus élevée. D'après M. Osmond, ce serait la persistance du fer β ou γ qui donnerait à l'acier trempé ses propriétés caractéristiques; il faudrait donc pratiquer l'opération de trempe à une température supérieure à 730°, par exemple, pour l'acier dur. Ajoutons que les chiffres que nous avons donnés ont été obtenus par la méthode de refroidissement. Ils ne sont pas tout à fait semblables si on les recherche par la méthode inverse de réchauffage.

M. Charpy a fait tout récemment de nouvelles expériences à ce sujet en employant un four électrique comme appareil de chauffage et en trempant des aciers à diverses teneurs, soit à l'huile, soit à l'eau. Il a trouvé que la variation des propriétés mécaniques du métal se produit toujours d'une façon presque complète dans un intervalle très étroit autour de 700°. Suivant lui, ce serait donc surtout le point a_1 qu'il faudrait considérer au point de vue de la trempe, et l'on ne gagnerait pas grand'chose en chauffant au delà de 750°; mais ici intervient la grosseur des pièces à tremper, qui est un facteur important à observer.

Quoi qu'il en soit, tous ces travaux ont jeté la lumière sur les phénomènes, autrefois si complexes, de *trempe*, de *recuit* et de *revenu*, que l'on ne mettait en œuvre qu'à tout hasard dans l'industrie du fer et de l'acier. Aujourd'hui les trois opérations, recuit avant trempe, trempe, recuit après trempe ou *revenu*, sont employées presque généralement : le recuit après forgeage, dans le but de régulariser les effets du forgeage en achevant la transfor-

mation des gros grains du métal en grains fins; la trempe, pour modifier plus ou moins les propriétés mécaniques du métal, par une vitesse plus ou moins grande de refroidissement, en changeant complètement le grain, qui devient encore beaucoup plus fin; enfin, le recuit après trempe ou *revenu* pour supprimer les tensions intérieures déterminées par le refroidissement brutal, tempérer l'effet de la trempe et même le détruire, suivant que la température à laquelle se fait cette dernière opération est inférieure ou égale à celle de la trempe.

Les fours à recuire ne sont jamais chauffés par des générateurs Siemens; ils ont toujours plusieurs foyers à grille qui permettent de régler le chauffage et de l'obtenir régulier, quelles que soient les variations d'épaisseur des pièces. Leur capacité est très grande; les autels sont surélevés; enfin, la disposition symétrique des foyers et des carneaux permet une équivalence absolue de température dans toutes les parties de leur enceinte.

Au début, on conduit le chauffage très lentement jusqu'à ce que l'on ait dépassé la température de 400°, qui correspond à celle de *fragilité* de l'acier; on active ensuite progressivement jusqu'au point maximum (en général 900°); puis, on provoque ordinairement une chute rapide de température jusqu'à 700° (Cie P.-L-M.) en ouvrant les portes du four; et l'on termine par un refroidissement lent, soit en laissant la pièce dans le four, soit en l'enfouissant sous une couche épaisse de fraisil. La figure 18 montre les différentes phases de l'opération.

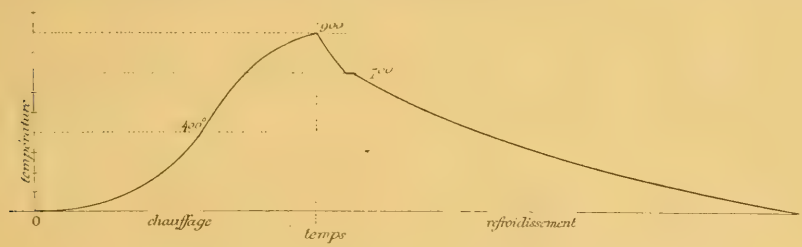


Fig. 18. — *Diagramme montrant la marche de la température pendant l'opération du recuit.*

Nous ne pouvons décrire ici tous les procédés qui sont mis à la disposition des ingénieurs pour déterminer exactement les diverses températures de chauffage. Au-dessous de 500°, on emploie habituellement des alliages fusibles composés de plomb, d'étain, de zinc, dont on connaît exactement les points de fusion. Le bois de peuplier sec, frotté fortement sur la pièce, indique approximativement les températures de 300°, 380° et 450°, selon qu'il devient fumant, étincelant ou flambant.

Rouge naissant	525°
Rouge très sombre	600°
Rouge sombre	700°
Rouge sombre dépassé	750°
Rouge cerise naissant	800°
Rouge cerise	900°
Rouge cerise mi-clair	950°
Rouge cerise clair	1.000°
Jaune orange	1.100°
Jaune	1.200°
Blanc	1.300°
Blanc suant	1.400°
Blanc éblouissant	1.500°

Les fours pour la trempe sont horizontaux ou verticaux : pour certaines pièces telles que les canons et les gros blindages, les seconds sont préférés et sont chauffés soit par les produits gazeux de la combustion de la houille, soit par le gaz d'éclairage.

Nous avons déjà fait remarquer qu'en outre des considérations théoriques, il y a lieu de tenir compte des dimensions des pièces à tremper. Le refroidissement ne se transmet pas immédiatement dans toute la masse du métal; les molécules extérieures sont amenées à un état d'immobilité, empêchées qu'elles sont de se rapprocher par les parties centrales non encore refroidies; celles-ci, venant ensuite à se contracter, produisent des tensions sur les molécules extérieures. S'il s'agit d'acier dur, ces tensions peuvent déterminer des ruptures apparentes ou internes, qu'on appelle

tapures. Pour les éviter, un procédé consiste à arrêter le refroidissement rapide lorsque la température est arrivée en *a* et à laisser ensuite le refroidissement s'achever plus lentement. Il se produit alors une sorte de recuit lent, allant de l'intérieur vers l'extérieur, qui tend à rétablir l'équilibre. Un autre moyen réside dans l'emploi de plusieurs bains de températures et de conductibilités différentes; suivant le degré de dureté du métal et la grosseur des pièces à tremper, on fait usage, soit de l'eau, soit de l'huile, soit du plomb fondu à 400°. L'eau employée peut elle-même être refroidie en-dessous de 0° ou chauffée jusqu'à 100°; la couche de vapeur isolante qui se produit autour de la pièce et se condense plus ou moins rapidement, d'après la température de l'eau, fait varier la durée du refroidissement et il résulte de nombreux essais que la trempe dans l'eau chauffée à 70° est analogue à la trempe à l'huile. Quant à la trempe au plomb, elle évite toute production de vapeur et produit un refroidissement moins rapide, dont la température ne peut descendre au-dessous d'un certain niveau : le plomb reprend lentement à la masse une certaine quantité de chaleur et donne à toutes les molécules le temps de se remettre en équilibre. C'est une trempe plus limitée que les précédentes et par suite moins énergique. Au contraire, la mobilité du liquide trempant, son agitation mécanique, ou son arrivée sous pression en jets nombreux à la surface de la pièce, sont autant de moyens pour activer la vitesse du refroidissement et par conséquent obtenir le maximum d'effet que l'on recherche dans la trempe. Ainsi, la trempe des plaques de blindage *harveysées* se fait par aspersion de jets d'eau glacée, et, lorsque la température s'est abaissée au rouge sombre, l'opération s'achève par une immersion dans un bain d'huile jusqu'à complet refroidissement.

Dans un prochain article, nous terminerons ce travail par l'étude des Produits de Forge et des conditions économiques de cette industrie.

Émile Demenge,
Ingénieur civil,
Ancien Élève de l'École Polytechnique.

LA CONVENTION DU MÈTRE

La Conférence générale des Poids et Mesures, ouverte par M. Hanotaux, ministre des Affaires étrangères, et présidée par M. Marey, vient de clore ses délibérations, qui ont trouvé un écho sympathique dans la presse quotidienne. On a parlé, à ce propos, des travaux récents du *Bureau international*, dont la Conférence a pris connaissance, et des recherches futures dont elle a sanctionné le plan. Si l'on a moins insisté sur les origines de l'entente internationale d'où est sorti l'établissement du Pavillon de Breteuil, c'est qu'elles sont déjà lointaines et n'offrent plus l'intérêt d'actualité auquel les jornaux s'attachent avant tout. Elles n'en sont pas moins intéressantes, comme fait et comme enseignement, nous allions dire comme morale. L'importance croissante du *Bureau international des Poids et Mesures* montre que ses promoteurs avaient vu juste, et qu'en dehors des bureaux nationaux, un établissement indépendant avait sa place marquée pour coordonner des résultats, centraliser des efforts épars, unifier, plus complètement qu'on n'eût pu le faire sans cela, des mesures d'où dérivent toutes les autres.

I

Aujourd'hui, nous sommes trop imprégnés de la connaissance du système métrique pour en admirer encore la superbe ordonnance. Tout son agencement nous paraît une chose nécessaire, et nous ne comprenons pas qu'il puisse exister des systèmes pratiques dans lesquels les subdivisions ne soient pas décimales, et où les unités de surface, de capacité, de volume et de masse ne soient pas reliées entre elles par des rapports simples. Pour nous rendre un compte exact de ce que nous devons aux Monge, aux Laplace, aux Borda, aux Condorcet, aux Lavoisier, qui édifièrent de toutes pièces le nouveau système, il faut chercher à pénétrer les mystères des systèmes britannique ou russe, si compliqués que, ainsi que l'affirmait un rapport récent d'une Commission de la Chambre des Communes, il faut une année entière d'étude pour les posséder à fond.

On comprend dès lors l'immense importance que l'on attache, surtout dans les pays qui sont venus tardivement à ce système, à en asseoir les bases sur un terrain solide. La grandiose devise inscrite au fronton de l'édifice : *A tous les temps, à tous les peuples*, est à elle seule un programme, dont chaque jour poursuit l'accomplissement. L'unification réelle du système, sa permanence, sa diffusion étaient subordonnées à une permanence parfaite et à une extrême précision dans la détermination des copies destinées à devenir les étalons nationaux du système.

C'est déjà sur ces conditions que l'on insista au sein de la Commission géodésique internationale, lorsque, vers l'année 1867, on se proposa de cons-

truire un mètre international, avant même que la création d'un bureau fût sérieusement discutée.

Pour l'*Association géodésique*, la question générale des poids et mesures était reléguée au second plan. Le travail important devait consister dans l'étude des règles destinées à la mesure des bases d'où l'on part pour la géodésie et la topographie. La triangulation des pays contigus avait montré, dans la comparaison des côtés communs situés le long des frontières, qu'il devait exister des différences systématiques entre les bases de départ; malgré les erreurs nombreuses auxquelles les triangulations sont soumises, il paraissait difficile, en effet, d'admettre qu'elles fussent suffisantes pour expliquer la totalité des différences trouvées. Il convenait donc de comparer au même étalon les règles servant aux géodésiens, et, tout d'abord, de créer cet étalon qui serait leur propriété commune. Nous verrons combien les travaux récents ont donné raison au plan de travail qui fut discuté il y a bien près de trente ans.

Sans aucun doute, les savants qui, dans les dernières années du siècle passé, s'occupèrent de la construction des étalons métriques, firent un travail admirable pour l'époque, et qui put être cité longtemps comme un modèle non dépassé. Mais, dans un siècle où la science a pris le plus prodigieux développement que l'on ait jamais vu, il était naturel qu'une œuvre intimement liée aux sciences d'observation vieillît à son tour. En 1834, l'incendie du Parlement avait détruit les étalons anglais, et une Commission, dont Airy fut le rapporteur, fut chargée de les rétablir. Le travail dura près de vingt ans, et aboutit à une reconstitution du *yard* et de la *livre* avec de nombreux perfectionnements dans leur construction. Bessel, d'un autre côté, dont les travaux métrologiques avaient surtout la géodésie pour but, Kupffer, qui rétablit les étalons russes et les compara à tous les étalons étrangers, le capitaine Clarke dans son laboratoire de Southampton, avaient mieux précisé les conditions que doit remplir un étalon, et perfectionné les procédés de leur comparaison. La Commission anglaise, surtout, en affirmant la supériorité des étalons à traits sur les étalons à bouts, et en adoptant franchement les fibres neutres et les règles robustes, avait fait faire à la question un pas décisif. Aussi, lorsque l'Association géodésique d'une part, l'Académie de Saint-Pétersbourg d'autre part, cette dernière sollicitant la collaboration de l'Académie des Sciences de Paris, se proposèrent de construire un *Mètre européen* copié sur celui des *Archives* de France, trouvèrent-elles des documents en abondance pour poser les premières bases de ce nouveau travail [1].

La construction du mètre européen donna lieu à d'homériques discussions, provenant d'un simple malentendu. Chevreul partit en guerre pour le mètre des *Archives*. Si on veut le changer, disait-il, c'est qu'on le trouve mauvais; pourquoi, dès lors, se propose-t-on de construire un étalon qui en diffère aussi peu que possible? La confusion provenait de ce qu'on n'avait peut-être pas insisté suffisamment sur les deux caractéristiques de l'étalon : sa forme et sa longueur. La Commission géodésique se proposait de conserver la longueur tout en changeant la forme.

C'est le 8 août 1870 que la Commission internationale, convoquée par le Gouvernement français, se réunit pour la première fois au Conservatoire des Arts et Métiers. Dès la première séance, elle adopta la résolution suivante :

« La *Commission internationale du mètre*, dans l'intérêt même de sa mission, croit devoir renvoyer toute décision définitive à une époque ultérieure plus favorable.

« En attendant, elle profite de sa réunion actuelle pour discuter, à titre d'études préliminaires, les principes d'après lesquels le nouveau prototype du mètre devra être construit. »

Les séances eurent lieu journellement jusqu'au 13 août.

On voit que, dans les premières discussions, il n'était question que du mètre. C'est seulement lorsque la Commission fut de nouveau appelée à siéger, en septembre 1872, que le programme des travaux fut étendu au kilogramme et aux questions de métrologie générale.

Jusqu'à cette époque, la question de la création d'un Bureau international n'avait pas été sérieusement agitée. Elle prit corps au cours des réunions de 1872, et se précisa dans les années suivantes.

Toutefois, dans toute cette première période de travaux préliminaires, la Section française de la Commission eut une part prépondérante dans les recherches. Par ses mémorables travaux sur les métaux de la mine de platine, Henri Sainte-Claire Deville avait été amené à produire des alliages répondant aux exigences les plus dures qu'on pût

[1] Voici les termes de la décision prise par la *Conférence géodésique internationale* en octobre 1867 :

Art. 7. Afin de définir l'unité commune de mesure pour tous les pays de l'Europe, et pour tous les temps aussi exactement et aussi invariablement que possible, la Conférence recommande la construction d'un nouveau *mètre prototype européen*. La longueur de ce mètre européen devrait différer aussi peu que possible de celle du mètre des Archives de Paris, et il doit, en tous cas, lui être comparé avec la plus grande exactitude. Dans la construction du nouvel étalon prototype, il faut avoir surtout en vue la facilité et l'exactitude des comparaisons nécessaires.

Art. 8. La construction du nouveau mètre prototype, ainsi que la confection et la comparaison de ses copies destinées aux différents pays, devrait être confiée à un Comité international, dans lequel les États intéressés seraient représentés.

imposer à un métal destiné à la confection d'étalons de premier ordre. H. Tresca avait étudié la répartition la plus favorable de la matière dans une barre répondant à des conditions données de rigidité; M. Fizeau, grâce à l'admirable méthode qu'il avait imaginée dix ans auparavant, avait pu suivre pas à pas les travaux de Sainte-Claire Deville et montrer qu'en plus des propriétés mécaniques et de l'inaltérabilité chimique, le platine iridié proposé par l'illustre chimiste possède une dilatation relativement faible, condition importante, puisque les erreurs commises sur la mesure de la température des barres sont d'autant moins sensibles.

II

La *Convention du Mètre* fut signée à Paris le 20 mai 1875. Par cette convention, les hautes parties contractantes s'engagent à fonder et à entretenir, à frais communs, un *Bureau international des Poids et Mesures*, scientifique et permanent, dont le siège est à Paris (Art. 1er) [1].

Il est stipulé, de plus, dans la convention, que le Bureau fonctionnera sous la surveillance d'un *Comité international* [2], placé lui-même sous l'autorité d'une *Conférence générale des Poids et Mesures*, formée de tous les délégués des États contractants, et présidée par le Président en exercice de l'Académie des Sciences de Paris.

La convention devenait exécutoire à partir du 1er janvier 1876.

A cette époque déjà, le programme des travaux du *Bureau international* était fixé par un règlement annexé à la convention, et par une série de décisions de la Commission internationale. Parmi les décisions de la Commission, les plus importantes et les plus précises sont celles qui concernent la définition des nouveaux étalons.

La première se rapporte au mètre, « qui doit être copié sur le mètre des *Archives* dans l'état où il se trouve »; et, de même, l'article 22 est ainsi conçu : « Le kilogramme international sera déduit du kilogramme des *Archives* dans son état actuel. »

Nous n'avons point à entrer dans l'exposé des motifs de cette double décision, qui a été généralement approuvée par l'opinion. Quelques théoriciens seulement eussent préféré que l'on déduisît des mesures modernes un nouveau mètre et un nouveau kilogramme conformes à la définition à laquelle les fondateurs du système s'étaient efforcés de satisfaire. Cette manière de voir fut sagement écartée en raison du trouble qui en serait résulté dans l'application du système métrique, et des retouches incessantes auxquelles il n'aurait pas manqué d'être exposé à tout nouveau progrès de la métrologie. Hâtons-nous d'ajouter qu'il a fallu près de vingt ans de travaux pour déterminer une nouvelle valeur plus correcte du méridien dans les divers pays de l'Europe, et qu'aujourd'hui encore, si l'on est fixé sur le sens de l'erreur commise dans la construction du kilogramme, on connaît bien mal sa grandeur. Ainsi, pour obtenir un accord un peu plus parfait entre les définitions théoriques et les valeurs pratiques des étalons métriques, on eût retardé de près d'un quart de siècle l'adoption du système.

Nous avons déjà indiqué les difficultés auxquelles donna lieu le passage du mètre des *Archives* au nouveau *mètre international*. Nous allons entrer dans le cœur de la question.

Le mètre des *Archives* de France se compose d'une barre plate en platine pur aggloméré en martelant de la mousse chauffée au rouge blanc; ses extrémités sont légèrement arrondies, et c'est la distance du milieu de ses faces qui définit le mètre à la température de 0°.

Mais déjà à l'époque où l'on discuta pour la première fois l'extension du système métrique, on s'était arrêté à l'opinion, qui n'a pas été démentie depuis lors, que la distance des extrémités d'une règle ne peut pas être déterminée à beaucoup près avec une exactitude comparable à celle que l'on obtient dans la mesure de la distance des deux traits fins tracés sur un métal poli. Les recherches de la Commission anglaise avaient montré, de plus, comme nous l'avons dit, les avantages de posséder des barres robustes, tracées sur le plan des fibres neutres (fig. 1). Ce plan, qui contient le centre de gravité de la section droite de la barre, possède en effet, une longueur indépendante du mode de support de la règle. Dans les étalons anglais, ce plan était atteint à l'aide de deux puits arrivant au milieu de la section. Dans la construction des règles

[1] La Convention fut conclue entre les États suivants :
Allemagne, Autriche-Hongrie, Belgique, Confédération Argentine, Danemark, Espagne, États-Unis d'Amérique, France, Italie, Pérou, Portugal, Russie, Suède et Norvège, Suisse, Turquie, Vénézuéla. Le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande, le Japon, le Mexique, la Roumanie, la Serbie y ont adhéré à diverses époques, tandis que la Turquie s'en est retirée.

Le budget du *Bureau international* a été de 100.000 francs par an jusqu'en 1889. A cette date, il a été réduit à 75.000. Les États y contribuent au prorata du chiffre de leur population multipliée par les coefficients 1, 2 ou 3, suivant le régime de leur législation relativement au système métrique. Le coefficient le plus élevé est attribué aux États qui possèdent le système métrique obligatoire; les deux autres se rapportent au système facultatif ou à l'absence de législation relative au système métrique.

[2] Les membres du Comité international des poids et mesures sont actuellement : MM. Förster (directeur de l'observatoire de Berlin), président; Hirsch (directeur de l'observatoire de Neuchâtel), secrétaire; Arndtsen (Christiania); De Arrillage (Madrid); J. Bertrand (Paris); de Bodola (Budapest); Chaney (Londres); Ferraris (Turin); Gould (Cambridge, Mass); Hepités (Bucarest); von Lang (Vienne); de Macedo (ministre plénipotentiaire du Portugal, à Madrid); Mendeleef (Saint-Pétersbourg); Thalen (Upsal).

métriques, on voulut être plus radical. On mit le plan des fibres neutres entièrement à découvert, de façon à ce que l'on pût obtenir, sur une même ligne droite, toutes les subdivisions du mètre. Pour les métaux peu coûteux, la section en H est

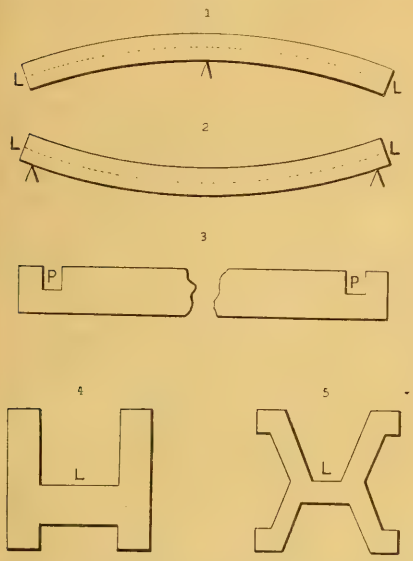


Fig. 1. — 1 et 2. *Règles supportées par le milieu et par les bouts;* dans les deux cas, la ligne des fibres neutres L L conserve la même longueur.

3. *Coupe longitudinale d'un yard étalon.* Les traits sont tracés sur le plan des fibres neutres, au fond des puits P P.

4 et 5. *Règles en* H *et en* X; sections transversales adoptées par le *Bureau international.* Ces sections mettent à découvert le plan des fibres neutres.

tout indiquée par sa symétrie et la facilité avec laquelle on l'obtient par rabotage ou fraisage. Mais le platine iridié coûte près de 3.000 francs le kilogramme, et il convenait de l'économiser autant que possible, quitte à augmenter un peu les frais de confection des étalons : c'est pour cela que l'on s'arrêta à la forme en X, indiquée par Tresca. Malgré la forte densité du métal, une règle de un mètre suivant ce profil, inscrit au carré de 20 millimètres, ne pèse guère plus de trois kilogrammes, et coûte environ dix mille francs.

Nous insisterons moins sur la confection des kilogrammes, qui sont de petits cylindres dont la hauteur est égale au diamètre, et dont les angles sont arrondis. La grande dureté du métal est une condition essentielle de leur conservation.

III

Les premiers travaux scientifiques du *Bureau international* datent de 1878.

Les quelques appareils installés dès cette époque dans les salles du Pavillon de Breteuil, généreusement mis par la France à la disposition du Comité, servirent à vérifier d'une manière plus complète les qualités métrologiques du platine iridié à 10 °/₀ proposé par Deville.

Cet alliage soutint victorieusement toutes les épreuves, et aujourd'hui même, après dix-sept années de travaux de tout genre, effectués en tous pays, on ne lui a reconnu aucun défaut.

Puis on s'attacha à mettre le Bureau en possession de ses étalons. Une commission mixte, composée de membres du Comité international et de la Section française [1], fut chargée de ce travail.

Nous ne nous arrêterons pas à la reproduction du kilogramme, au sujet duquel on ne rencontra aucune difficulté sérieuse. Un rodage fait avec le plus grand soin amena progressivement, et après de nombreuses retouches, un cylindre de la forme prévue, à la masse exacte du kilogramme des *Archives;* la limite de divergence des deux étalons fut trouvée inférieure à un centième de milligramme.

Pour le mètre, la chose était plus difficile. Un étalon à traits arrive du premier coup à sa valeur définitive, que l'on ne peut plus modifier qu'en effaçant les traits et en recommençant tout le travail, et l'on eût couru à un échec à peu près certain, si l'on s'était proposé d'amener d'emblée l'étalon du mètre à la valeur exacte de celui des *Archives.* On se contenta donc d'un étalon provisoire, du reste très approché, puisque les comparaisons lui assignèrent une valeur de 6 microns seulement supérieure au mètre.

Les comparaisons entre le nouvel étalon et le le mètre des *Archives* étaient rendues particulièrement difficiles par leur mode de construction essentiellement différent. Les deux étalons étant placés parallèlement l'un à l'autre dans l'auge d'un comparateur (nous donnerons plus loin la description de cet instrument), on munit le mètre des *Archives* de petites armatures de platine, terminées par des pointes extrêmement fines, placées en regard de ses extrémités. Un miroir disposé au-dessous éclairait le champ et laissait voir dans le microscope la pointe et son image formée dans le bout de la règle. On bissectait l'intervalle de ces deux images et l'on considérait le milieu de leur distance comme étant la véritable extrémité de la règle.

Il en est ainsi, en effet, si l'expérience est parfaitement réglée. Mais ce réglage même demande des soins minutieux, comme l'ont démontré MM. Fi-

[1] La Commission mixte était composée de MM. Broch, Foerster et Stas, membres du Comité international, et de MM. Dumas, H. Tresca et Cornu (rapporteur). Les comparaisons des règles ont été faites en majeure partie par MM. Benoit et G. Tresca.

zeau et Cornu, qui ont indiqué en même temps les meilleurs procédés pour y parvenir.

A partir de cette époque, les attributions de la *Section française* et du *Bureau international* furent nettement délimitées. Tandis que la première avait pour mission de veiller à la confection des étalons, pour laquelle le Gouvernement français avait fait une importante avance de fonds, le Bureau n'eut plus qu'à s'occuper que de leur vérification.

diverses manipulations qu'il subit au *Bureau international*. Examiné avec grand soin, au point de vue de la qualité des surfaces polies, des traits et de sa longueur, il est accepté s'il satisfait aux conditions imposées par la Commission internationale. Hâtons-nous de dire que le travail d'achèvement des étalons a été fait par M. Gustave Tresca, avec un si grand soin qu'un seul mètre dut être retracé.

L'étude du mètre va maintenant comporter di-

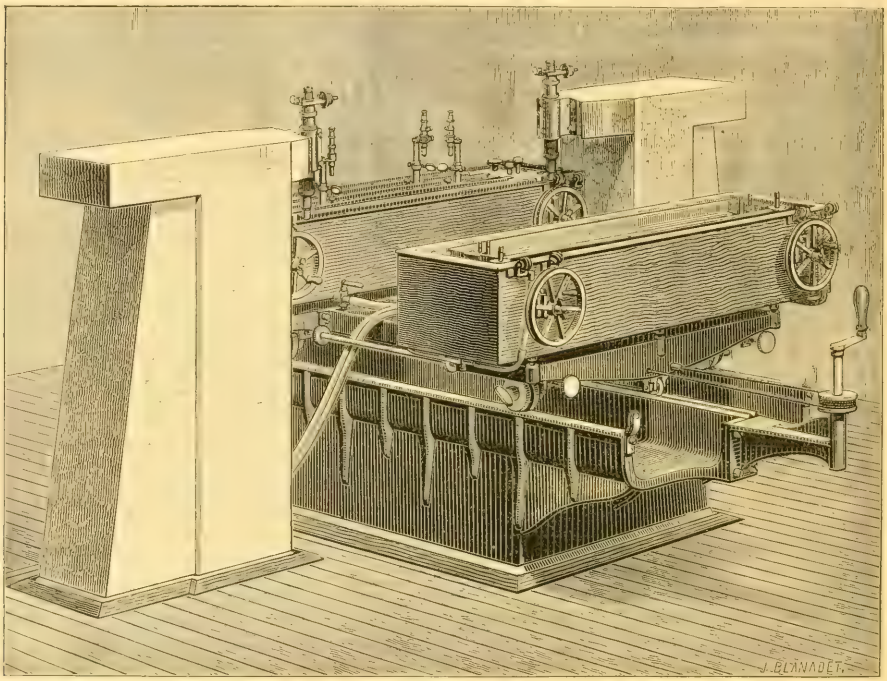


Fig. 2. — *Comparateur à dilatation.* — Les deux microscopes, fixés à des piliers de pierre, indépendants du bâtiment, servent à comparer les règles placées dans deux auges remplies d'eau, dont la température peut être modifiée à volonté.

Les barres destinées à devenir des mètres prototypes, extraites d'un lingot fondu au Conservatoire des Arts et Métiers, ou fournies par la maison Johnson Matthey de Londres, étaient amenées au profil exact par un tirage au banc, puis polies et tracées. Cette dernière opération s'effectuait en copiant, aussi bien que possible, un étalon vérifié au *Bureau international*. Chaque règle porte six traits seulement, trois à chaque extrémité. Le trait central de chaque groupe marque l'un des termes du mètre, tandis que les deux autres, qui en sont à une distance de $0^{mm},5$, fournissent ensemble des étalons du millimètre.

Suivons maintenant un étalon du mètre dans les

verses opérations que nous allons indiquer brièvement.

La première consiste dans la mesure de sa dilatation, que l'on effectue à l'aide d'un comparateur *ad hoc* représenté dans notre figure 2. La règle à étudier est placée sur deux rouleaux dans une auge remplie d'eau et munie de quatre thermomètres. L'eau ayant été amenée à la température convenable, que l'on maintient à peu près constante à l'aide d'un thermo-régulateur, est d'abord vigoureusement agitée par le moyen de deux petites turbines actionnées par des moteurs électriques. Une autre règle, placée dans une seconde auge, servira de terme de comparaison. Dans des expériences

successives, la première sera amenée à diverses températures comprises entre 0° et 40°. La seconde, au contraire, sera ramenée chaque jour à la même température, et conservera, pour toutes les mesures, une longueur constante.

L'appareil est complété par deux microscopes munis de micromètres destinés à pointer les traits des règles. Ils sont pourvus de fils d'araignée parallèles et très rapprochés, que l'on amène, dans un pointé, à égale distance du trait dont on veut fixer la position, et qui est ainsi compris entre deux plages lumineuses étroites, dont l'observateur apprécie l'égalité. Le tour de la vis du micromètre correspond sensiblement au dixième de millimètre, et la division du tambour indique à très peu près le micron. Cette valeur est, du reste, déterminée de temps à autre, en mesurant l'image d'un millimètre tracé sur une règle, et dont on connait la longueur exacte.

Une mesure à *une* température consiste alors en six pointés de l'une des règles, alternant avec cinq pointés de l'autre, et des mesures correspondantes de la température.

On en déduit une équation de la forme :

Règle A, à T_2°, moins règle B à T_1°, $= x$.

Le second terme du premier membre est sensiblement constant, et le devient absolument par une réduction, toujours très peu importante, à la même température pour toutes les séries.

Lorsqu'on possède un nombre suffisant d'équations de cette forme, on peut procéder au calcul d'une formule qui indiquera l'accroissement de longueur de la règle A pour toutes les températures comprises entre les limites des expériences.

Le nombre d'équations que l'on établit ainsi varie suivant la précision que l'on veut obtenir. Pour le mètre international, on a fait 80 observations complètes, ayant fourni un nombre égal d'équations.

Les dilatations des règles sont soumises à une autre vérification. Nous avons déjà fait allusion au procédé extrêmement ingénieux imaginé par M. Fizeau pour la mesure de petits allongements (fig. 3). L'avantage de cette méthode est de s'appliquer à de faibles longueurs, grâce à l'extrême sensibilité de la mesure interférentielle qu'elle met en œuvre, et qui est devenue aujourd'hui d'un usage très général.

Les règles livrées au *Bureau international* sont primitivement trop longues de quelques centimètres. On en détache, à chaque extrémité, un tronçon d'une quinzaine de millimètres de longueur, sur l'un desquels on répète les mesures faites sur la règle entière; ces mesures fournissent un précieux contrôle de l'homogénéité du métal.

La deuxième opération est la mesure de l'équation d'une règle, c'est-à-dire de sa valeur par rapport au prototype international. Cette opération ne diffère de la précédente que parce qu'elle est faite à la température ambiante, les deux règles étant

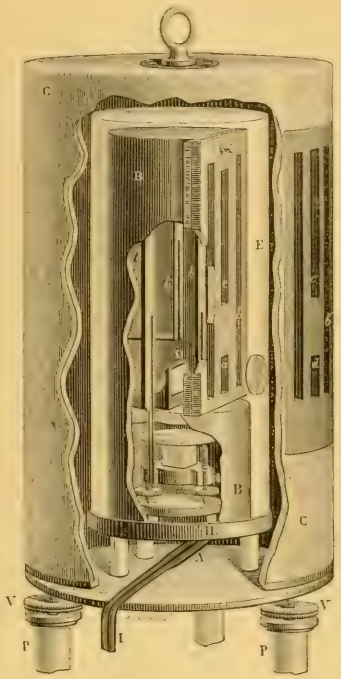


Fig. 3. — *Appareil Fizeau* (modifié par M. Benoit) *pour la mesure de la dilatation de petits échantillons de matière.* — Le trépied muni d'une plate-forme, que l'on voit au centre de l'instrument, sert à recevoir le corps à étudier (ici un cube). Les franges d'interférence que l'on établit entre sa face supérieure et le plan de verre porté par les vis du trépied, servent de mesure aux allongements différentiels de ces vis et de l'échantillon. I, A, ampoules d'un thermo-régulateur; P, V, piliers et vis de calage; B, C, enveloppes en cuivre épais; E, enveloppe en verre; D, prisme à réflexion totale, permettant d'observer dans une direction horizontale; *a*, *b*, *c* fenêtres; *t*, *t* thermomètres.

placées côte à côte dans la même auge remplie d'eau.

Les premières opérations de cette nature étaient indéterminées. Il fallait, du même coup, fixer la valeur du prototype international, et celle de tous les autres étalons par rapport à lui. Voici comment on procéda :

Le nombre des étalons de premier ordre à déterminer s'élevait à 30. On disposa leurs numéros conformément au tableau suivant, en laissant de côté le mètre provisoire international n° 2, désigné par le symbole I_2. On compara alors entre elles toutes les règles d'une même ligne et d'une même

colonne, puis tous les étalons furent déterminés en fonction de I_2.

1	2	3	4	5	6	
7	8	9	13	11	12	
1.	14	15	16	17	18	I_2
19	20	21	22	23	24	
25	26	27	28	29	30	

Chaque comparaison comprenait elle-même quatre mesures complètes de deux règles placées dans quatre positions différentes l'une par rapport à l'autre, de manière à éliminer les petites erreurs systématiques de position.

Le calcul de cet ensemble de comparaisons montra que plusieurs des règles tracées par M. Tresca s'approchaient à moins d'un micron de la valeur que l'on s'était efforcé de réaliser. Aucune d'elles ne s'en écartait de 3 microns et l'une d'elles, le n° 6, concordait à moins de $0\mu,1$ avec cette valeur. Ce mètre fut dès lors choisi comme prototype international, placé à côté de I_2 hors du diagramme, et remplacé dans le tableau par une autre règle. Tous les étalons furent comparés au prototype international, et la nouvelle règle subit le sort commun, la comparaison avec celles de la première ligne et de la dernière colonne.

Nos lecteurs nous pardonneront-ils cette longue énumération? Elle était en quelque sorte nécessaire pour bien montrer sur quelles bases solides a été fondée l'unification des mesures métriques, et pour faire ressortir la parfaite uniformité qui en résulte pour tout le système dans les pays qui ont pris ces étalons comme point de départ.

Un travail tout semblable a été fait pour les kilogrammes. Pour ces derniers, la mesure de la dilatation est superflue, tandis que la détermination préliminaire la plus importante est celle du volume, permettant de calculer la poussée de l'air.

La pesée est peut-être la plus délicate des opérations de la Physique, grâce à la merveilleuse sensibilité de la balance. Le moindre défaut d'équilibre de la température, le déplacement de corps d'une certaine masse dans le voisinage, sans parler des poussières microscopiques qui s'attachent aux poids, troublent les résultats et doivent être évités. C'est pourquoi les pesées sont entourées des plus minutieuses précautions. La salle dans laquelle elles sont effectuées est maintenue à une température très constante et aussi uniforme que possible. L'observateur ne s'approche des balances que dans l'intervalle des opérations pour les préparer, et, chaque fois que la cage de la balance a été ouverte, l'instrument est abandonné à lui-même, pour ne servir qu'après plusieurs heures.

Bien entendu, la lecture des élongations se fait à l'aide d'une lunette et d'une échelle réfléchie dans un petit miroir porté par le fléau. De plus, la pesée étant double, les poids sont d'abord placés sur les plateaux, et comparés; puis, immédiatement après, un mécanisme de transposition les échange sur les plateaux et la pesée est recommencée dans cette nouvelle position des poids.

Certaines opérations de contrôle sont faites à l'aide d'une balance enfermée dans une cage de cuivre épais dont on peut retirer l'air, tout en conservant la possibilité de transposer les poids, et même d'ajouter sur l'un ou l'autre des plateaux de petits poids additionnels pour établir l'équilibre ou déterminer la sensibilité de l'instrument.

Il ne nous reste qu'un mot à dire sur la précision atteinte dans les diverses opérations dont nous venons de parler. Une discussion rigoureuse de tous les travaux divers qui conduisent au résultat final montre que l'on obtient, dans la détermination de l'équation d'une règle par rapport au mètre international, une exactitude qui est de l'ordre de *deux dixièmes de micron* pour toutes les températures auxquelles les règles peuvent être exposées dans les opérations usuelles. Pour les kilogrammes, la précision est d'une fraction de *centième de milligramme*, soit d'un cent-millionième en valeur relative.

IV

Les opérations fondamentales dont nous venons de parler ne sont pas les seules dont s'occupe le *Bureau international*. Nous avons déjà dit, dans un article publié il y a quelques années dans la *Revue* [1], quel en avait été le rôle dans le perfectionnement de la thermométrie moderne. Nous ajouterons, pour n'y plus revenir, que, depuis cette époque, les recherches ont été poussées dans deux directions opposées. D'une part, le thermomètre à mercure a été comparé au thermomètre à gaz jusqu'à 200°, de manière à étendre les limites de l'unification de l'échelle thermométrique normale; d'autre part, le *Bureau* s'est occupé, à la demande de la Commission météorologique internationale, de la mesure pratique des températures inférieures à la congélation du mercure. Après avoir essayé un certain nombre de liquides, on s'est

[1] C. E. Guillaume, les Idées modernes de la Thermométrie, *Revue générale des Sciences*, t. II, pages 74 à 80 n° du 16 février 1893).

arrêté, pour la construction des thermomètres destinés à ces mesures, au toluène, dont les propriétés sont : une grande fluidité, un point d'ébullition élevé (111° environ) et un point de congélation extrêmement bas. Dans l'état de pureté absolue, il est suffisamment fluide à —125°. C'est le coup de grâce du thermomètre à alcool, que beaucoup de constructeurs ont déjà abandonné.

En partant du mètre, les mesures peuvent être étendues de part et d'autre de cette longueur fondamentale.

Une échelle divisée n'est jamais parfaitement correcte. Dans une règle d'un mètre il se trouve peu de millimètres auxquels les mesures n'assignent une erreur plus ou moins grande.

Ce sont ces erreurs que l'on détermine, par une opération semblable en principe dans tous les domaines des mesures, et que l'on nomme *calibrage* ou *étalonnage*. Comparant entre eux les décimètres d'une règle, on détermine les erreurs de chacun d'eux; puis on passe par le même procédé du décimètre au centimètre et du centimètre au millimètre. Par une série d'opérations longues et fastidieuses, on arrive ainsi, de proche en proche, à connaître les valeurs exactes de toute une série de longueurs tracées sur une règle, et donnant la possibilité de tout mesurer, depuis le millimètre jusqu'au mètre.

C'est sur cet étalonnage que reposent la détermination des unités étrangères par rapport aux longueurs métriques, la mesure de la valeur millimétrique des vis qui servent dans toutes les comparaisons, en un mot toutes les déterminations qui ne se rapportent pas au mètre entier.

En dehors de quelques rares opérations de laboratoire, la connaissance des multiples du mètre trouve son application la plus importante à la géodésie. Dans les mesures de bases qui comportent la détermination d'une longueur de plusieurs kilomètres, il y a tout avantage à diminuer autant que possible le nombre des reprises; c'est pour cela que, dans l'ancienne géodésie, on se servait de règles de deux toises, et, aujourd'hui, de barres de quatre mètres.

En alignant cinq microscopes sur de solides piliers monolithes, et en complétant l'appareil par une auge volumineuse de plus de quatre mètres de longueur, on est parvenu à déterminer avec précision la longueur des diverses règles employées dans la géodésie européenne. Il a suffi, pour cela, de comparer leurs quatre mètres successifs à un étalon du mètre. Leur dilatation a été mesurée par le procédé même qui avait été employé pour les étalons en platine iridié, à cela près que les dimensions très considérables de l'appareil nécessitaient des moyens d'action plus puissants.

C'est ainsi qu'ont été mesurées les constantes des règles géodésiques de France, d'Espagne, d'Allemagne, d'Italie, de Suède, de Norvège et de la Confédération Argentine, et les doubles-toises d'Autriche et de Russie, en même temps que celles qui avaient servi à Borda dans les mesures célèbres qu'il entreprit il y a juste un siècle.

Les doubles-toises étaient des étalons à bouts: on les mesura en leur ajoutant de petites pièces de contact (A et B, fig. 4) portant des traits, et qui les amenaient à quatre mètres. Les abouts A et B étant ensuite appliqués l'un contre l'autre, on déterminait la distance des traits qui avaient servi dans la première opération. Cette mesure se fait avec une précision sensiblement moindre que la comparaison de deux règles à traits; mais il ne faut pas oublier que l'on a affaire ici à des étalons anciens ayant servi à des mesures dont la précision est beaucoup dépassée aujourd'hui. L'exactitude de leur mesure est au moins égale à celle de leur emploi, et c'est tout ce qu'on peut raisonnablement demander.

Fig. 4. — *Diagramme de la comparaison d'une double-toise avec une règle de 4 mètres.*

Parmi ces règles ainsi mesurées, il en est deux qui méritent une mention spéciale ; ce sont la Toise du Pérou, ancien étalon des mesures françaises, et la Toise de Bessel, comparée autrefois au mètre, et qui était devenue le point de départ de la géodésie de l'Est de l'Europe. La nouvelle valeur de cet étalon, déterminée par M. Benoît, une fois connue, le premier soin des géodésiens fut de recalculer les triangulations qui en dépendraient; et le résultat fut de faire disparaître complètement les divergences jusqu'alors inexpliquées entre les divers réseaux européens. Ainsi se trouvait fermé le cycle des mesures, par une concordance presque inespérée de $\frac{1}{500\cdot000}$.

V

Ce n'est point le lieu d'entrer dans des détails plus circonstanciés sur la technique des mesures dont nous venons de parler ; nous avons passé sous silence plus d'une question importante, nous proposant seulement de donner une idée générale du

genre des travaux confiés au *Bureau international*, dont l'histoire administrative et scientifique comprend aujourd'hui quarante-cinq volumes [1].

Nous n'avons rien dit du magnifique travail par lequel M. Michelson est parvenu à rattacher le mètre à la longueur d'onde des radiations du cadmium, et dont il a lui-même rendu compte dans cette *Revue*. Nous n'avons pas parlé non plus de la station importante qu'y a faite le colonel Defforges pour la mesure de l'accélération de la pesanteur en un point qui deviendra un rendez-vous pour la comparaison des pendules.

Il faudrait parler aussi des recherches de M. Benoît sur la dilatation des corps et la détermination de l'indice de réfraction de l'air et de sa variation avec la température, faite à l'aide de l'appareil Fizeau; des expériences de M. P. Chappuis sur les constantes de l'équation caractéristique des gaz; d'une détermination, faite par M. Thiesen, de la variation de l'intensité de la pesanteur avec la hauteur, détermination dont l'utilité est rendue évidente par le fait que la balance est susceptible de donner des indications différentes si l'on place successivement deux kilogrammes l'un sur l'autre et l'un à côté de l'autre.

Nous passons sous silence également les travaux en cours sur la masse du décimètre cube d'eau, la détermination directe, par une méthode nouvelle, imaginée par M. Benoît, d'étalons du centimètre et du millimètre, fondée en partie sur les procédés mis en œuvre au *Bureau* par M. Michelson.

Nous voudrions surtout, en terminant cet article, insister sur quelques faits propres à faire ressortir l'importance attribuée en tous pays à l'œuvre d'unification dont les premières bases furent jetées en 1867, et dont la Conférence générale de 1889 a marqué la première étape.

Cette Conférence générale des Poids et Mesures eut pour mission principale de sanctionner le mètre international, reconnu depuis cette époque comme seul étalon fondamental du système métrique. Puis les étalons furent tirés au sort entre les États de la Convention, et furent emportés, les uns immédiatement, d'autres dans le courant de l'année suivante dans leurs pays respectifs. L'histoire de la plupart de ces transports a été écrite, afin que l'on eût un document certain du soin avec lequel le transfert avait été effectué, et de la conservation des étalons. Toutefois aucun pays ne fit, à ces précieux représentants du système métrique, un accueil comparable à celui qu'ils reçurent aux États-Unis. A leur arrivée les caisses qui les contenaient, et que les délégués n'avaient pas perdues de vue pendant tout le voyage, furent déposées au White-house, où elles furent ouvertes en présence du président Harrison, qui signa le procès-verbal d'arrivée, contre-signé par toutes les notabilités scientifiques de Washington. Puis, pour fêter dignement ces premiers prototypes authentiques du système métrique arrivés dans la grande république, on dansa en leur honneur, en témoignage de sympathie pour les mesures qui deviendront prochainement légales dans l'Union.

Les législateurs ont aussi fait une large place aux représentants matériels du système métrique. Dans la plupart des pays qui reçurent leurs étalons en 1889, les unités métriques sont aujourd'hui légalement définies par ces étalons.

Le texte des lois relatives au système des poids et mesures a, dans un certain nombre d'États, la forme suivante :

« L'unité de longueur est le mètre représenté par la distance, à 0°, des traits du prototype en platine iridié déposé au *Bureau international des Poids et Mesures*. Cette unité sera légalement représentée, dans ce pays, par la copie n° ..... dont la longueur à 0° est reconnue égale à 1 mètre+.....» Une rédaction semblable est appliquée au kilogramme.

Si nous insistons sur cette question, tout administrative, de la légalisation des étalons, c'est qu'elle a une grande importance au point de vue de l'unité et de la cohérence parfaite du système métrique dans tous les États qui l'ont adopté.

Le passage du Mètre des *Archives* au prototype international devait être consigné dans un texte de loi; non point qu'il en résulte aucune discontinuité, aucune fissure dans le système; il n'est pas d'expérience, basée sur le Mètre des *Archives*, dont la précision soit comparable à celle avec laquelle s'est effectué le passage de celui-ci au mètre provisoire et au prototype international, et, désormais, le système entier sera défini avec une sécurité plus grande, en même temps que, par le lien que l'on a établi entre les étalons et certaines constantes naturelles, il sera plus immuable.

Ch.-Ed. Guillaume,

Docteur ès sciences,
Physicien au Bureau International
des Poids et Mesures.

[1] *Travaux et mémoires du Bureau international des poids et mesures*, t. I à XI (à l'exception du t. IX, en cours d'impression). *Procès-verbaux des séances du Comité international*, sessions de 1875 à 1894. *Rapports aux gouvernements des États signataires de la Convention du mètre;* seize rapports, 1876 à 1892. Les deux premières collections sont seules en vente (Paris, Gauthier-Villars, éditeur).

Les travaux préparatoires sont consignés dans une douzaine de volumes de procès-verbaux de la Section française et de la Commission internationale du mètre.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LES LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES DE LA BALTIMORE AND OHIO RAILROAD COMPANY.

La mise en service de la première locomotive électrique de la *Baltimore and Ohio Railroad Company* vient de ramener l'attention sur la solution adoptée pour la traversée des tunnels de Baltimore. Ce n'est pas la question d'économie qui, dans ce cas, a guidé les Américains, car les locomotives électriques ne seront pas employées au service d'une ligne complète : elles seront uniquement utilisées sur un tronçon de 4 kil. 500 environ. En deçà et au delà ce sont des locomotives ordinaires qui conduiront les trains. Il y a donc eu à créer tout un matériel supplémentaire et fort coûteux à construire.

La voie traverse la ville de Baltimore sur une longueur de 4.500 mètres environ, dont 2.300 sont en tunnel et 2.200 sont à ciel ouvert. Il s'agissait d'éviter le dégagement de la vapeur et de la fumée tant sous les voûtes du tunnel que dans les rues de la ville. C'est l'électricité qui a paru offrir la meilleure solution du problème. On résolut d'en tenter l'essai. Cette question intéresse tout particulièrement les Parisiens. Ils ont une ligne souterraine qui vient jusqu'au Luxembourg, une autre qui est encore en construction et qui finira aux Invalides. On a parlé d'en tracer une troisième tout le long du boulevard Saint-Germain. Enfin, l'Exposition de 1900 va très certainement faire naître une foule de projets d'organisation des moyens de transport. La Compagnie de l'Ouest, jusqu'au Champ de Mars, n'a pris aucune précaution spéciale et répand à travers Paris d'abondants flots de fumée. Continuera-t-elle jusqu'aux Invalides et plus loin encore, si elle est amenée à prolonger son réseau? La Compagnie d'Orléans, ayant entre la gare de Sceaux et celle du Luxembourg une voie entièrement souterraine, a dû supprimer aussi complètement que possible la vapeur et la fumée. Elle emploie des condenseurs sur ses locomotives et chauffe celles-ci au coke. Des hottes spéciales ont été placées à chaque station pour évacuer la fumée, inévitable pendant les chargements. D'autre part, pour ne pas laisser séjourner les produits gazeux résultant de la combustion, elle a installé un puissant ventilateur au Luxembourg et elle a construit sur le boulevard un très grand nombre de prises d'air. Ce sont là des mesures très ennuyeuses, parfois très coûteuses et qui, somme toute, ne résolvent pas d'une manière absolument parfaite le problème qui avait été posé. Et puis, ce genre de solution, possible sur une courte ligne comme celle du Luxembourg, le serait-il encore sur une longue ligne traversant tout Paris ? On nous permettra d'en douter. C'est pourquoi nous croyons utile de signaler particulièrement l'essai de Baltimore.

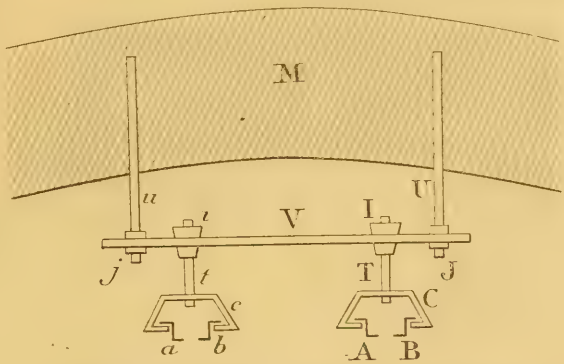


Fig. 1. — *Mode de suspension des conducteurs à l'intérieur du tunnel.* — M, voûte du tunnel; U, *u*, tiges soutenant une traverse V; T, *t*, tiges soutenant deux étriers C et *c*; *a*, *b*, premier conducteur; A, B, second conducteur; J, *j*, premier groupe d'isolateurs; I, *i*, second groupe d'isolateurs.

Nous avons donné, au commencement de cette année [1] la description des locomotives qui y sont employées, et qui étaient alors en construction. Nous ajouterons aujourd'hui quelques détails complémentaires sur la station génératrice et sur la transmission du courant aux moteurs [2].

La station génératrice est un bâtiment à un seul étage divisé en deux parties. Dans la première se trouvent 12 chaudières tubulaires de 250 chevaux construites par *the Abendroth and Root Manufacturing Company*. Dans la seconde ont été placées toutes les machines. Elles sont partagées en deux groupes : l'un réservé à la production du courant nécessaire aux locomotives; l'autre, à l'éclairage du tunnel. Celui-ci comprend, pour les lampes à arc, 8 générateurs Thomson Houston de 50 lampes, mus au moyen de courroies par deux machines compound Armington et Sims de 250 chevaux ; deux machines semblables conduisent deux alternateurs capables séparément de produire l'énergie totale nécessaire aux 1.000 lampes à incandescence de 32 bougies (*candles*), qui sont réparties le long de la ligne.

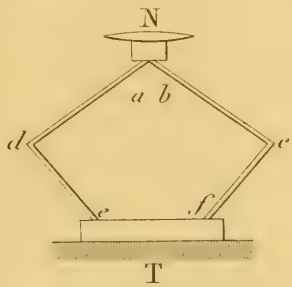


Fig. 2. — *Appareil de prise du courant de la locomotive électrique.* — N, navette glissant le long du conducteur. — *ad*, *de*, *bc*, *cf*, bras articulés en *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*. — T, toit de la locomotive.

[1] *Revue Générale des Sciences*, nº du 15 février 1895.

[2] Ces détails sont empruntés à *The Electrical World*, vol. XXVI, nº 2.

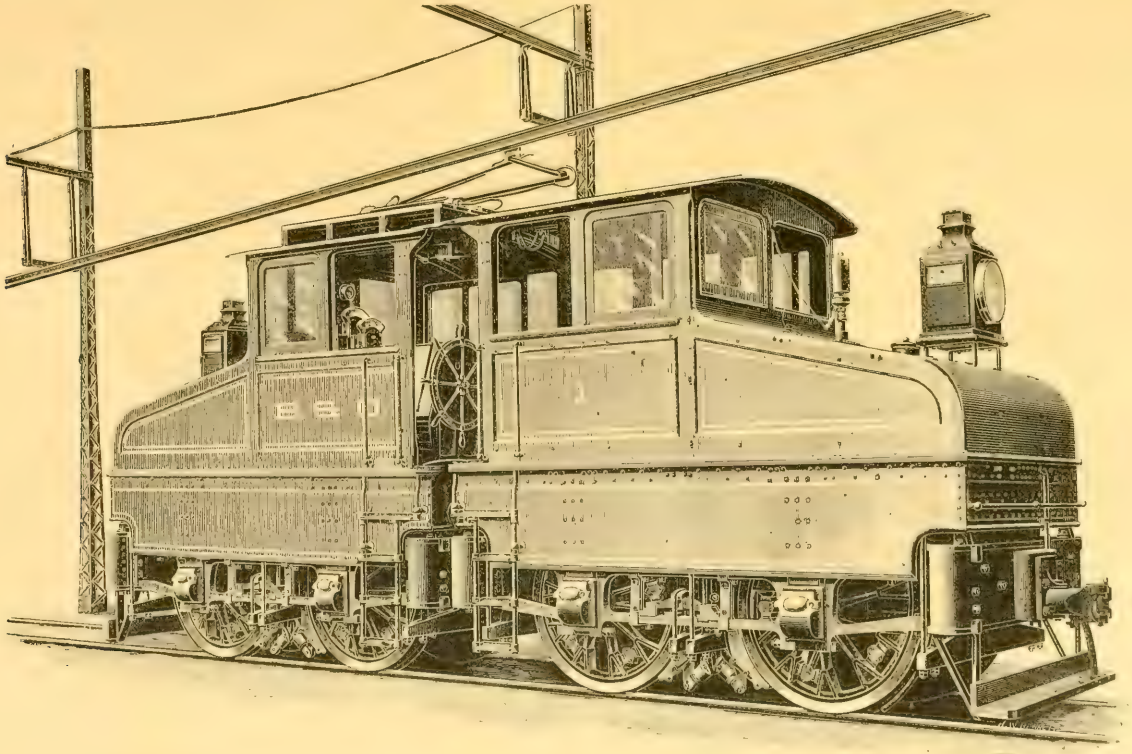


Fig. 3. — *Nouvelle locomotive électrique de The Baltimore and Ohio Railroad.* — Cette locomotive est montée sur deux trucks. Au premier appartiennent les deux roues de droite, au second, celles de gauche. L'abri du mécanicien est au-dessus et contient les instruments de contrôle et de commande. A la partie supérieure, on aperçoit le système de prise du courant.

Les machines destinées à la production de la force motrice sont des dynamos multipolaires de 500 kilowatts, accouplées directement à des machines horizontales tandem-compound tournant à 110 tours à la minute. Le courant n'est pas produit au voltage ordinairement admis pour les réseaux de tramways; les dynamos donnent 600 volts à vide et 700 à pleine charge. Elles sont en ce moment au nombre de 4; des fondations sont prêtes pour en recevoir une cinquième aussitôt que le besoin s'en fera sentir.

La partie la plus originale du nouveau réseau est formée par le conducteur aérien sur lequel les locomotives prennent le courant qui leur est nécessaire. Les ingénieurs ont été amenés à placer ce conducteur à des hauteurs différentes suivant les endroits: il est à 5m.10 du sol dans le tunnel et à 6 m. 60 à l'extérieur. Tantôt aussi il se trouve exactement dans l'axe de la voie; tantôt au contraire il est rejeté sur le côté. Dans ces conditions, on n'a pu utiliser le système ordinaire de trolley. Le conducteur employé est formé de deux barres de cuivre ayant une section en Z (A et B de la fig. 1, par exemple). Ces barres sont posées par tronçons de 9 mètres, dont le mode de suspension est variable. Notre figure 1 représente celui qui a été adopté à l'intérieur du tunnel. Deux tiges U et *u*, profondément scellées dans la voûte, soutiennent une traverse métallique V dont elles sont séparées par des isolateurs J et *j*. Sur cette traverse V sont fixées, par l'intermédiaire d'un second groupe d'isolateurs I, *i*, deux autres tiges T et *t* munies d'étriers C et *c* qui supportent les conducteurs AB, d'une part et *ab* d'autre part. Ces supports sont placés tous les 4 mètres et au-dessus de l'entrevoie, intervalle qui sépare la voie montante de la voie descendante. A chacune de celles-ci est affecté un des conducteurs. Dans les parties de la ligne qui sont à ciel ouvert, des pylones portent des barres transversales auxquelles sont fixées des chaînes ayant des portées de 45 mètres et composées d'une suite de tiges de fer; à ces chaînes ont été suspendus les conducteurs. Les figures 3 et 4 montrent enfin un troisième système qui offre, avec les deux premiers, ce caractère commun que les barres conductrices sont isolées au moyen de deux groupes successifs d'isolateurs : ce sont, dans la figure 1, avons-nous dit, en premier lieu J *j* et en second lieu I *i*.

La prise de courant se fait au moyen d'une sorte de navette N (fig. 2) glissant dans la rainure formée par les deux barres composant le conducteur. Cette navette est portée par un losange articulé en *abcdef*, de sorte qu'elle est susceptible de mouvements de bas en haut ou de haut en bas et de mouvements de gauche à droite ou de droite à gauche. Elle est ainsi capable de suivre le conducteur dans ses positions différentes par rapport à la voie sans pouvoir aucunement l'abandonner.

Le retour du courant a lieu par les rails. Des feeders y sont rattachés de distance en distance. D'autres sont également rattachés au conducteur aérien. Ils sont placés au milieu de l'intervalle C *c* (fig. 1) et supportés par des traverses spéciales.

Les figures 3 et 4[1] montrent la locomotive de côté et de face et permettent de se rendre compte de la manière dont elle est reliée au conducteur.

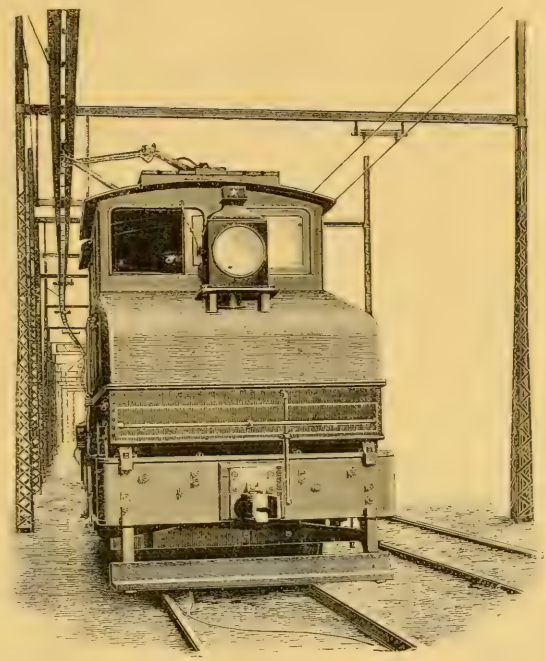


Fig. 4. — *La locomotive électrique vue de l'avant.* — Mode de liaison entre la locomotive et le conducteur situé en haut et à gauche.

Une seule locomotive est en ce moment terminée; deux autres sont encore en construction. La mise en service de la première a eu lieu au commencement de juillet. Elle fut amenée, par une locomotive à vapeur, jusqu'auprès du tunnel de Camdem Street. Là, à un signal donné, les circuits des moteurs furent fermés, un léger bruit se fit entendre dans le conducteur et la lourde machine se mit en marche sans effort apparent, traînant à la remorque la locomotive à vapeur[2].

Les ingénieurs français ne peuvent se désintéresser de ces expériences. Ils doivent les suivre avec attention et utiliser les enseignements qu'elles donneront. La pratique révélera probablement des défauts, indiquera quels sont les détails à changer ou à perfectionner. Déjà quelques incidents ont été signalés. Par les temps humides le contact entre le conducteur et la navette se fait mal et celle-ci est portée au rouge par les étincelles qui se produisent[3]. Ce sont là des points faibles qui ne sont pas pour nous surprendre. Ne les rencontrons-nous pas dans tous les premiers essais? Les améliorations viendront peu à peu, et il nous appartient, à nous qu'intéressent les problèmes soulevés par les ingénieurs américains, d'étudier soigneusement leurs travaux afin d'être en mesure d'en profiter et de pouvoir marcher d'un pas plus certain lorsque nous croirons utile ou nécessaire d'entrer dans les voies nouvelles qui viennent de nous être indiquées.

A. Gay.

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

[1] Ces figures sont empruntées à *Engineering*, vol. LX, n° 1542.

[2] *The Electrical World.*

[3] *The Electrician*, n° du 2 août.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Resal (H.), *Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines.* — **Traité de Mécanique générale.** 2e *Edition. Tome I:* **Cinématique. Théorèmes généraux de la Mécanique. De l'Equilibre et du Mouvement des corps solides.** — 1 *vol. in-8° de* 304 *pages avec* 47 *figures.* (*Prix:* 6 *fr.* 50.) — *Tome II :* **Frottement. Equilibre intérieur. Elasticité. Hydrostatique. Hydrodynamique. Hydraulique.** — 1 *vol. in-8° de* 166 *pages avec* 41 *figures.* (*Prix:* 3 *francs.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1895.

Les modifications apportées aux programmes de l'enseignement à l'Ecole Polytechnique ont amené mon savant maître à remanier son cours de Mécanique. C'est le fruit de ce travail qu'offre la nouvelle édition.

Le tome I contient la mécanique rationnelle, cinématique, statique et dynamique. Les vecteurs y sont heureusement appliqués, comme dans la première édition; mais nous regrettons que l'auteur n'ait pas adopté tout le calcul géométrique de Grassmann, comme l'a fait avec avantage M. Castellano, professeur à l'Académie Militaire de Turin (*Lezioni di Meccanica razionale*, 1894). La théorie des chocs qui termine le volume est présentée avec une grande généralité, envisageant deux corps libres, de formes quelconques et imparfaitement élastiques. Les cas particuliers sont déduits des formules générales. C'est la méthode de l'auteur d'entrer tout droit dans le sujet, avec toute la généralité possible, par une synthèse rapide. Séduisante et instructive pour les esprits mûrs, elle présente des difficultés aux élèves.

Considérons, par exemple, l'*équation générale de la Mécanique* (théorème des travaux virtuels). C'est la clef de l'ouvrage : tout, en dynamique, comme en statique, est déduit de ce théorème par de simples particularisations de la formule générale. J'ai entendu des personnes compétentes affirmer que le théorème en question n'est pas démontré par M. Résal. Cherchons la cause d'une opinion si radicale. — Envisageant les machines, où des corps solides réagissent les uns sur les autres, on est conduit, dit l'auteur, à considérer un système matériel dont certaines molécules sont assujetties à rester sur des surfaces fixes... Pour les déplacements compatibles avec les liaisons, le travail de la réaction est nul. — Certes, c'est peu pour affirmer que le travail virtuel total sera nul dans toutes les machines. La presse hydraulique, la poulie avec sa corde ne sont même pas envisagées. D'autre part, considérons une bille au repos. La réaction du sol sur elle est dirigée vers le haut. Soulevons par la pensée cette bille : c'est un déplacement compatible avec la liaison. Le travail de la réaction est positif; il n'est pas nul. Enfin le passage de la statique à la dynamique est trop rapide : dans la réciproque du théorème, on admet que le déplacement réel est compatible avec les liaisons. C'est exact parce que les liaisons sont supposées fixes en statique; cela devient faux en dynamique, où les liaisons peuvent être variables avec le temps. Il importerait d'appeler l'attention sur ce fait un peu paradoxal, puis de montrer que le théorème n'en est pas moins applicable à la dynamique.

Ces lacunes sont regrettables, mais il est excessif de nier la démonstration. Je ne crains même pas de déclarer que je la préfère encore, avec ses défauts, aux poulies de Lagrange et aux tiges d'Ampère. Correctes, mais trop habiles, les démonstrations de ces géomètres voilent derrière un échafaudage d'artifices cette loi naturelle qui n'a pas échappé à M. Résal : *Lorsque la résistance élastique des corps n'est pas vaincue, elle ne peut jamais fournir un travail négatif.* Cette loi est équivalente au théorème des travaux virtuels compris dans toute sa généralité. Elle est aisée à établir en partant de l'hypothèse moléculaire, avec le principe de l'action et de la réaction. Mieux vaudrait encore l'admettre comme postulat que la remplacer par des habiletés de géomètre.

Le frottement, l'élasticité, l'équilibre et le mouvement des fluides forment la matière du tome II, matière plus digne que la Mécanique rationnelle de l'esprit pénétrant de mon éminent maître. Je signalerai les équations de l'équilibre intérieur. L'exposition est simple et correcte, mais rapide et sobre, au point que chaque mot, dans les titres mêmes, doit être bien pesé par le lecteur. É. Carvallo.

Alheilig (M.), *Ingénieur de la Marine*, et **Roche** (C.), *Ancien ingénieur de la Marine.* — **Traité des Machines à vapeur.** *Tome I.* — 1 *vol. in-8° de* 600 *pages avec* 408 *fig. de l'Encyclopédie industrielle de M. C. Lechalas.* (*Prix :* 20 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1895.

Le plan général de cet important ouvrage a été tracé conformément au programme du Cours de Machines professé à l'Ecole Centrale. Bien qu'il soit rédigé à un point de vue surtout pratique, la partie théorique n'a pas été négligée. Partout où elle est nécessaire ou utile, la théorie a reçu les développements les plus complets, comme par exemple dans le chapitre I où sont exposés les principes de la Thermodynamique et l'application de ces principes aux gaz et aux vapeurs; comme aussi dans la théorie des coulisses et mécanisme de distribution (chap. VII); ou bien encore, comme au chapitre VIII, dans la théorie de la condensation et le calcul des pompes, des turbines, des injecteurs, etc...

Mais il faut savoir gré aux auteurs de n'avoir pas cédé à la tentation de multiplier à tout propos les formules, et d'avoir traité aussi simplement les choses simples, que savamment les questions plus ardues. Nous signalerons comme particulièrement étudiée et ingénieuse la théorie pendulaire des indicateurs (chap. IV). Les lois du mouvement oscillatoire, auxquelles les auteurs parviennent par le calcul, les conduisent à formuler d'une manière simple les meilleures conditions de fonctionnement d'un indicateur. L'étude du diagramme totalisé est également fouillée avec soin (chap. III).

Avec le chapitre V, on aborde le calcul des organes de la machine à vapeur, les dispositions pratiques qu'ils comportent, les essais auxquels certains d'entre eux doivent être soumis. Une description sobre et claire, des figures nombreuses et variées distinguent ce chapitre.

Le chapitre VI est consacré au problème délicat de la régulation et des diverses épures de distribution et de détente; signalons un paragraphe des plus utiles sur la manière de procéder au relevé des éléments de la distribution sur la machine et sur l'étude des erreurs que l'on peut commettre dans cette opération.

Les mécanismes de distribution et de changement de marche sont décrits dans le chapitre VII.

Enfin, dans le chapitre VIII, l'étude des condenseurs à injection et des condenseurs à surface, la théorie de l'alimentation et la description très complète des injecteurs et des diverses pompes terminent ce premier volume, que nous croyons appelé à rendre de grands services. L. Vivet.

2° Sciences physiques.

Houllevigue (L.), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.* — De l'influence de l'aimantation sur les phénomènes thermo-électriques. (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1895.

L'aimantation modifie la plupart des propriétés physiques des corps et particulièrement les propriétés électriques. M. Houllevigue a entrepris sur l'une des plus remarquables de ses actions une étude très soignée et fort adroitement conduite. Il a limité son travail à l'influence du magnétisme sur les phénomènes thermo-électriques; c'est une question dont plusieurs physiciens s'étaient déjà occupés, et, pour ne citer que le plus illustre, lord Kelvin a consacré à ce sujet une bonne partie de l'un de ses mémoires, le plus justement célèbre; mais, derrière le grand savant, il restait encore à glaner, et M. Houllevigue a su recueillir encore presque une moisson.

L'auteur étudie d'abord l'influence de l'aimantation sur la force électromotrice des piles thermo-électriques où l'un des métaux est du fer ou de l'acier; le dispositif de l'expérience est analogue à celui qu'avait déjà adopté M. Chassagny dans un bon travail sur ce sujet; mais ici les champs que l'on pourra atteindre seront beaucoup plus intenses. Le principe de la méthode consiste à comparer les forces électromotrices de deux piles semblables, dont l'une est placée dans un champ connu, tandis que l'autre n'est pas soumise à l'aimantation; la mesure de la force électromotrice se fait par comparaison avec une dérivation prise sur un élément Gouy, la mesure des champs avec l'appareil de M. Leduc. Peut-être pourrait-on regretter que la complication déjà grande des expériences n'ait pas permis à l'auteur d'effectuer la mesure des champs au moment où il procédait aux mesures électriques; il est un peu fâcheux aussi que les échantillons employés n'aient pas été complètement étudiés au point de vue magnétique; il eût été intéressant de déterminer leurs coefficients d'aimantation, nécessaires d'ailleurs pour connaître la véritable valeur du champ au moment des expériences.

Les résultats généraux obtenus sont bien nets: la position du fer et de l'acier dans la série thermo-électrique est modifiée par l'aimantation. On peut déduire de là, par raisonnement, les variations qu'éprouve, avec le champ, l'effet Peltier au contact du fer ou de l'acier avec un autre métal non magnétique; pour le fer doux, ces résultats prévus par la théorie sont corroborés par une étude expérimentale. M. Houllevigue a pu étudier l'effet Peltier en le produisant au contact d'une des faces d'une pile thermo-électrique très sensible, et en équilibrant son action par un échauffement produit sur l'autre face à l'aide d'un courant variable à volonté, et traversant une résistance constante. Une autre conséquence, très intéressante, découverte par l'auteur, est l'existence d'une variété d'effet Thomson qui se produit, sans variations de températures, entre deux parties inégalement aimantées d'un même corps magnétique; cette conséquence du calcul est directement vérifiée pour le fer doux. Enfin, l'auteur montre que cette nouvelle forme d'effet intervient dans certaines expériences de sir W. Thomson, et que l'interprétation de ces expériences, qu'avait donnée l'illustre savant, n'est pas complètement exacte.

N'oublions pas de signaler, au début de la thèse, un excellent historique, et aussi, et ce n'est pas un des moindres mérites de ce bon travail, un chapitre où sont établis, avec une simplicité, une rigueur et un ordre parfaits, les relations entre les diverses quantités qui seront envisagées dans le cours des recherches; les définitions sont données avec une rare précision, et tout le mémoire est clairement et nettement rédigé.

Lucien Poincaré.

Serres (Louis), *Professeur de Chimie à l'Ecole Jean-Baptiste Say.* — Traité de Chimie, *avec la notation atomique, à l'usage de l'Enseignement primaire supérieur.* Métalloïdes. Métaux. Chimie organique. — *1 vol. in-8° de 520 pages avec nombreuses figures dans le texte. (Prix : 10 fr.) Baudry et Cie, éditeurs, Paris,* 1895.

L'adoption de la notation atomique dans l'enseignement universitaire a provoqué la publication d'un grand nombre d'ouvrages élémentaires de Chimie écrits dans le système atomique. Quelques-uns de ces ouvrages ne sont que la traduction d'éditions précédemment notées en équivalents, d'autres sont réellement des œuvres nouvelles. Le traité de M. Serres appartient à cette dernière catégorie, et il y gagne de l'homogénéité. Ce volume contient les matières qui forment le programme de la classe de Mathématiques élémentaires; l'étude des métalloïdes et des métaux forme les deux premières parties. La troisième partie, consacrée à la chimie organique, est sensiblement plus développée que dans la plupart des ouvrages analogues. L'auteur a cherché à la rédiger conformément aux idées modernes; il emploie les formules de constitution sans en abuser et indique même les principes de nomenclature tout récemment adoptés au Congrès de Genève.

G. Charpy.

Marie (T.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Toulouse.* — Recherches sur les acides cérotique et mélissique. (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 vol. in-8° de 106 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris,* 1895.

Les acides gras à poids moléculaire élevé sont encore mal connus; leur préparation à l'état pur est, en effet, difficile, et l'intérêt qui s'attache à leur connaissance plus approfondie assez médiocre. M. Marie étudie dans ce travail les acides de la cire d'abeilles; en soumettant cette substance, d'abord à l'action de l'alcool, puis à celle de la chaux potassée, qui décompose la myricine, il obtient un mélange d'acide cérotique et d'acide mélissique, qu'il arrive enfin à séparer par l'alcool méthylique, dans lequel l'acide mélissique est presque insoluble.

L'acide cérotique pur fond à 77° 5, température non corrigée. Pourquoi cette lacune, d'autant plus grave ici que le point de fusion de l'acide cérotique est la plus intéressante de toutes ses propriétés? Il est vraiment regrettable de voir encore de nos jours négliger à ce point la précision des mesures, et l'on se demande pourquoi, devant un pareil résultat, M. Marie s'est donné la peine de vérifier son thermomètre avec autant de soin.

L'acide cérotique s'éthérifie par les méthodes ordinaires; il donne un chlorure, un amide et un nitrile, enfin, par l'acide iodhydrique, un hydrocarbure qui paraît répondre à la formule $C^{25}H^{52}$; il en résulte que cet acide doit s'écrire $C^{25}H^{50}O^2$ et non $C^{27}H^{54}O^2$. Cette nouvelle formule concorde d'ailleurs exactement avec les analyses.

Le brome donne des dérivés bromés, transformables en acides oxy, amino et nitrilocérotiques; ce dernier se transforme naturellement, par saponification, en un acide $C^{24}H^{48}(CO^2H)^2$ de la série malonique.

L'acide mélissique fond à 90° (non corrigé); ses propriétés chimiques sont en tout semblables à celles de ses homologues inférieurs et son analyse confirme la formule adoptée $C^{30}H^{60}O^2$.

Par oxydation, ces deux corps fournissent les mêmes produits que les acides des graisses, c'est-à-dire un mélange complexe d'acides inférieurs, à chaîne normale, monobasiques ou bibasiques.

L. Maquenne.

Serrant (Emile), *Ingénieur-Chimiste.* — Applications de la Chimie à l'Art militaire moderne. — *1 vol. in-12 de 132 pages avec planches hors texte. E. Bernard et Cie, éditeurs, 53 ter, quai des Grands-Augustins. Paris,* 1895.

3° Sciences naturelles.

Bernard (Félix), *Assistant au Muséum d'Histoire naturelle, docteur ès sciences, agrégé des sciences naturelles.* — **Eléments de Paléontologie.** *Seconde partie, pages 529 à 1168, avec 231 figures dans le texte. — J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris.* 1895.

Cette seconde partie termine dignement les *Eléments de Paléontologie* de M. Félix Bernard, qui sont déjà entre les mains de tous les étudiants en sciences naturelles. Elle contient la fin des Invertébrés (Lamellibranches et Céphalopodes), les Vertébrés et un aperçu succinct de la Paléontologie végétale. Le chapitre relatif aux Lamellibranches est un des meilleurs de tout l'ouvrage, et l'on sent que l'auteur y a apporté une compétence toute particulière ; on y trouvera une classification nouvelle, basée à la fois sur l'anatomie des parties molles et sur la morphologie de la charnière. M. Rémy Perrier a prêté sa collaboration à M. Bernard pour le chapitre des Mammifères, qu'il a rédigé presque en entier. Emile Haug.

Binet (Alfred), *Directeur-adjoint du Laboratoire de Psychologie physiologique des Hautes-Etudes à la Sorbonne.* — **Contribution à l'étude du Système nerveux sous-intestinal des Insectes.** *Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.* — *1 vol. in-8° de 132 pages avec fig. et planches en couleurs. F. Alcan, éditeur. Paris,* 1895.

Les travaux de Dietl, Flögel, Berger, Bellonci, et surtout les belles recherches de Viallanes, nous ont fait connaître la structure des ganglions cérébroïdes des Insectes ; celle de la chaîne sous-intestinale nous était à peu près inconnue : le mémoire de M. Binet vient heureusement combler cette lacune et enrichir nos connaissances sur l'histologie des centres nerveux chez les Arthropodes, de faits nouveaux très intéressants.

M. Binet a examiné un certain nombre de types appartenant à l'ordre des Coléoptères (*Dytiscus, Melolontha, Rhizotrogus, Lucanus, Geotrupes, Carabus, Blaps, Timarcha*), à l'ordre des Orthoptères (*Gryllus, Gryllotalpa, Blatta*), un Muscide (*Mesembrina meridiana*) et un Homoptère (*Cicada Orni*) ; il a en outre étudié comparativement, au point de vue histologique, quelques Crustacés (*Astacus, Homarus, Palinurnius, Oscus*, etc.). Les méthodes techniques qu'il a employées dans ses recherches sont celles qui avaient donné à Viallanes les meilleurs résultats, c'est-à-dire les coupes en séries des ganglions, préalablement convenablement durcis, soit par les liquides de Flemming ou d'Hermann, soit par le sublimé. En colorant le tissu nerveux, à l'état frais, par le bleu de méthylène, suivant la méthode d'Ehrlich, il a pu établir les relations qui existent entre les différentes cellules, ce que ne permet pas généralement l'étude des coupes.

Après avoir rappelé brièvement les travaux de ses prédécesseurs sur la constitution du système nerveux des Arthropodes, M. Binet consacre la première partie de son mémoire à l'étude de la structure des éléments histologiques, cellules et fibres nerveuses. A ce point de vue, les ganglions des Crustacés sont beaucoup plus favorables que ceux des Insectes, dans lesquels les ramifications des trachées gênent beaucoup l'observation et peuvent occasionner de nombreuses erreurs d'interprétation.

Grâce à une technique particulière, en colorant successivement les coupes d'abord par l'hématoxyline, après mordançage par le sulfate de cuivre, puis par la safranine, M. Binet est arrivé, chez les Crustacés, à obtenir une coloration du protoplasma de la cellule nerveuse différente de celle du cylindre-axe qui part de cette cellule. Cette double coloration lui a permis de suivre le trajet des fibrilles nerveuses du cylindre-axe dans le protoplasma et de constater qu'elles n'entrent pas en relation avec le noyau, comme l'ont admis plusieurs auteurs. Dans certaines cellules, ces fibrilles restent réunies en faisceau et décrivent une spire autour du noyau avant de se séparer (cylindre-axe intercellulaire) ; dans d'autres cellules nerveuses les fibrilles s'écartent régulièrement les unes des autres, dès leur pénétration dans la cellule, et décrivent des lignes spirales dans les couches les plus superficielles, corticales, du protoplasma ; les régions du protoplasma qui sont les plus voisines du noyau sont pauvres en fibres nerveuses et se colorent autrement que les régions périphériques.

La majorité des cellules nerveuses des Insectes sont piriformes, unipolaires, et émettent un prolongement d'un calibre régulier, d'où partent latéralement des branches fines qui se ramifient ; parfois le prolongement primitif se divise en deux prolongements secondaires, placés symétriquement. Le prolongement primitif des cellules de grande dimension, qui peut être suivi dans un certain nombre de cas, se continue dans les nerfs périphériques ou dans les connectifs.

Les ganglions de la chaîne sous-intestinale sont construits d'après le même plan que les cérébroïdes : différence à noter avec le système nerveux des Vertébrés, chez lesquels les fibres et les cellules nerveuses ne présentent pas la même répartition anatomique dans la moelle épinière et dans le cerveau.

Les éléments cellulaires occupent la périphérie du ganglion, où ils forment, suivant les points, une ou plusieurs couches ; la région centrale du ganglion est occupée par la *substance ponctuée* des auteurs, ou substance fibrillaire, qui paraît être constituée par un réseau inextricable de fines fibrilles, mais dont la structure n'a malheureusement pas été étudiée par M. Binet.

L'auteur s'est contenté, en effet, de faire l'anatomie microscopique de la substance ponctuée, c'est-à-dire de rechercher la manière dont cette substance est répartie en lobes et en lobules dans l'intérieur d'un ganglion, de suivre les nerfs qui pénètrent dans ce ganglion, de décrire le nombre, la direction et la terminaison de leurs racines, et enfin de déterminer le trajet intra-ganglionnaire des connectifs, qui vont d'un ganglion à l'autre.

Chaque ganglion de la chaîne sous-intestinale présente, à peu de chose près, la même disposition intérieure. On peut y distinguer deux colonnes ventrales et un lobule ventral inférieur, formés d'une substance fibrillaire très dense et très fine, et un lobe dorsal formé d'une substance fibrillaire plus clairsemée et plus grossière, traversé par trois groupes de connectifs dorsaux. Le nerf abdominal a trois racines, dont une est dorsale et les deux autres se rendent dans la colonne ventrale et le lobule ventral inférieur.

Un ganglion thoracique n'est pas autre chose, considéré dans son ensemble, qu'un ganglion abdominal auquel se surajoutent latéralement deux lobes cruraux. Le nerf crural se compose de deux genres de fibres : des fibres très fines, noircissant sous l'influence de l'acide osmique et ne se colorant pas par le carmin après fixation par le sublimé, et des fibres plus épaisses, se colorant par le carmin : les premières de ces fibres se rendent dans la partie ventrale du ganglion, et les secondes dans la partie dorsale.

Le nerf alaire a deux racines principales : une dorsale, qui contourne la face dorsale du ganglion et s'y perd, et une ventrale, qui aboutit à la colonne ventrale.

Chez les espèces aptésiques, c'est-à-dire qui ont perdu la faculté de voler (*Blaps mortisaga, Timarcha tenebricosa, Carabus auratus*), dont les élytres sont immobiles et les ailes membraneuses atrophiées, il se produit une réduction : la racine ventrale du nerf alaire du second ganglion thoracique persiste seule ; on peut en conclure que c'est là une racine sensitive. Le nerf alaire correspondant à l'aile atrophiée est représenté par un nerf grêle à deux racines, l'une ventrale, l'autre dorsale supérieure ; ce nerf devient alors un nerf pariétal du type des nerfs abdominaux ; de même, dans l'état larvaire, le nerf alaire est représenté par un nerf du type abdominal.

Chez les Diptères qui possèdent un balancier, le nerf très volumineux qui part de cet organe traverse la masse des ganglions thoraciques et se rend dans les ganglions de la tête; M. Binet le considère pour cette raison comme un nerf de sensibilité spéciale.

Dans le premier ganglion abdominal de la Cigale, il existe un lobe vocal qui paraît être uniquement moteur.

Le ganglion sous-œsophagien résulte de la coalescence de trois ganglions, qui, de même que pour les cérébroïdes, sont soudés et fusionnés aussi bien chez la larve que chez l'adulte. Les trois ganglions sont : le ganglion mandibulaire, le ganglion maxillaire et le ganglion labial.

Si l'on compare les ganglions abdominaux des Insectes à ceux des Crustacés, de l'Ecrevisse par exemple, on retrouve, dans ces derniers, les mêmes dispositions générales. La principale différence paraît consister dans la présence, chez l'Ecrevisse, de tubes nerveux géants qui parcourent les ganglions et les connectifs, en traversant la région supérieure du lobe dorsal; ces tubes géants, qui sont à rapprocher de formations analogues chez les Vers, n'ont point d'équivalent chez les Insectes.

Après avoir étudié l'anatomie des ganglions des Insectes, M. Binet a entrepris sur ces animaux quelques expériences physiologiques relatives au mouvement de manège et aux troubles de sensibilité et de mouvement qui succèdent à une lésion des ganglions thoraciques.

Le mouvement de manège peut être provoqué artificiellement chez les Insectes par lésion des ganglions et, en particulier, par une lésion des ganglions cérébroïdes. Une lésion unilatérale du cérébroïde droit, par exemple, fait décrire à l'animal des cercles en sens inverse des aiguilles d'une montre; l'Insecte se dirige constamment vers la gauche; il fuit pour ainsi dire sa lésion. Cette rotation persiste longtemps, pendant des mois, jusqu'à la mort de l'animal.

On peut faire apparaître le mouvement de manège chez un Insecte, sans faire subir de lésions à son système nerveux, en plaçant un poids sur l'un des côtés du corps; la marche de manège se produit alors toujours vers le côté où la charge a été placée. La rotation est le résultat de l'amplitude plus grande du pas avec les pattes du côté du corps opposé au sens de la rotation. M. Binet attribue cette amplitude plus grande à une irritation qui retentit sur les pattes du côté opéré. La cause primitive du mouvement de manège consiste donc, d'après lui, dans une excitation inégale des deux côtés du corps, excitation qui réveille, par association fonctionnelle, le mécanisme moteur du tournoiement volontaire.

Par une série d'autres expériences physiologiques, M. Binet a confirmé les données déjà anciennes de Dugès, Yersin, Newport et Faivre, à savoir que chaque ganglion de la chaîne sous-intestinale réunit à la fois les fonctions motrice et sensitive, et que, dans chacun d'eux, le lobe ventral est sensible, tandis que le lobe dorsal est moteur.

Cette courte analyse du mémoire de M. Binet, dans laquelle nous n'avons pu que signaler les faits les plus saillants, suffira à montrer que l'auteur, auquel nous devons déjà de nombreux et importants travaux de psychologie, est en même temps un habile anatomiste et un physiologiste expérimenté. Ces brillantes qualités nous font regretter que M. Binet n'ait pas complété ses recherches en étudiant le développement du système sous-intestinal et ses transformations pendant le passage de l'état larvaire à l'état adulte; il aurait certainement enrichi la science de données précises à cet égard.

F. Henneguy.

Meunier (Victor). — **Sélection et perfectionnement animal.** — 1 *vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté.* (*Prix : cartonné*, 3 *fr.*; *broché*, 2 *fr.* 50.) *G. Masson et Gauthier-Villars. Paris*, 1895.

4° Sciences médicales.

Miquel (P.), *Chef du Service micrographique à l'Observatoire de Montsouris.* — **De la Désinfection des poussières sèches des appartements au moyen de substances gazeuses et volatiles.** — 1 *vol. in-8° de* 192 *pages.* (*Prix : 4 fr.*) *G. Carré, éditeur*, 3, *rue Racine, Paris*, 1895.

La désinfection d'un appartement est toujours une opération délicate. Si, dans les grandes villes, il est possible d'organiser un service de désinfection présentant des garanties suffisantes, dans les petites villes et surtout dans les campagnes il est matériellement impossible d'obtenir de tels résultats.

Et encore les hygiénistes sont-ils loin d'admettre que les procédés adoptés actuellement par nos agents sanitaires officiels réalisent l'idéal du progrès. Les pulvérisations de sublimé corrosif par les appareils du type Geneste et Herscher, sont loin d'assurer une aseptisation complète, et l'on comprend que, seules, des vapeurs ayant à la fois et un pouvoir microbicide suffisant et une force de pénétration considérable, peuvent remplacer la chaleur humide.

M. Miquel s'est attaché à l'étude pratique des différents gaz ou vapeurs proposés.

Le champ d'étude était vaste, car il ne se passe pas de jour où des industriels n'annoncent la découverte d'un nouveau désinfectant réunissant tous les desiderata réclamés. M. Miquel fait justice à bon droit de la plupart de ces spécialités, qui ont l'inconvénient de coûter très cher, de masquer sous un nom d'emprunt des substances toxiques et de donner enfin une illusion de sécurité.

Nous ne pouvons analyser ce long mémoire; mais il nous suffira de mentionner quelques points particuliers qui montreront l'intérêt de cet ouvrage essentiellement pratique.

Abandonnant l'étude de l'action des antiseptiques sur les microbes cultivés en bouillon ou en plaques humides, l'auteur s'est surtout attaché à l'étude de la désinfection des poussières sèches. C'est sous cette forme principalement que les microbes pathogènes sont dangereux.

L'acide sulfureux, si vanté jadis, n'a pu résister aux épreuves expérimentales. Bien mieux, les acides sulfureux, phénique, thymique, qui constituaient jadis les agents les plus en vogue, doivent céder leur place à des agents que l'on aurait crus moins actifs : telles les essences de camphre, de romarin, de lavande. Des linges trempés dans ces essences peuvent être employés avec succès pour désinfecter un appartement.

Voilà le bouquet de lavande de nos pères presque réhabilité, et des prescriptions qui nous semblaient si étranges contre la peste trouvent presque leur justification dans les travaux minutieux de M. Miquel.

Le chlore, le brome, l'iode, trouvent grâce devant le distingué bactériologiste; mais il ajoute qu'ils ne peuvent être employés que dans des endroits dépouillés de tout objet susceptible de se détériorer. En réalité, ils sont à peu près impraticables.

De toutes les substances employées, l'aldéhyde formique paraît donner les meilleurs résultats. Il a été assez parlé déjà, dans cette *Revue*, des travaux de M. Miquel et de ses élèves et de ceux M. de Trillat pour que nous ne croyions pas devoir revenir sur cette partie du présent ouvrage.

L'aldéhyde formique réunit, en effet, toutes les conditions demandées à un désinfectant pratique : efficacité, maniement facile et non dangereux, modicité du prix de revient.

Dr P. Langlois.

Viau (G.), *Professeur à l'Ecole Dentaire de Paris.* — **Formulaire pratique pour les maladies de la bouche et des dents**, *suivi du* **Manuel opératoire de l'anesthésie par la cocaïne en chirurgie dentaire.** — 1 *vol. in-18 de* 512 *pages.* (*Prix : 5 fr.*) *Société d'Editions scientifiques. Paris*, 1895.

Péan (Dr), *Membre de l'Académie de Médecine, Chirurgien des Hôpitaux.* — **Leçons de Clinique chirurgicale**, *professées à l'Hôpital Saint-Louis pendant les années* 1889 *et* 1890. — 1 *fort vol. in-8° de* 1.550 *pages avec* 19 *figures* (*Prix :* 25 *francs.*) *Félix Alcan, éditeur. Paris*, 1895.

Ce volume, le neuvième de la série, est divisé, comme les précédents, en trois parties. La première comprend dix leçons consacrées aux rétrécissements non cancéreux du pharynx, aux tumeurs vasculaires du méat urinaire chez la femme, aux kystes de la région thyro-hyoïdienne, aux tumeurs multiples des mâchoires, au traitement chirurgical qu'il convient d'appliquer aux tumeurs des maxillaires étendues aux parties molles de la face, aux affections dentaires dans quelques maladies des mâchoires (ostéite, nécrose phosphorée, cancer), enfin au pincement appliqué à la cure des anévrysmes des gros vaisseaux. Signalons, parmi les plus intéressantes de ces leçons, celle qui a trait à un cas, croyons-nous, unique dans la science, d'oblitération complète de l'isthme du gosier de nature syphilitique. L'auteur décrit cette affection sous le nom d'*ankylose glosso-palatine* et propose, pour y remédier, un procédé opératoire qui présente pour principaux avantages d'être applicable à toutes les adhérences vicieuses du voile du palais, quelle que soit leur origine, de procurer un résultat immédiat sans exposer le malade à l'asphyxie ou nécessiter la trachéotomie préalable, enfin de rendre à ce même voile du palais sa forme et sa mobilité normales, condition indispensable pour que le timbre de la voix ne soit pas altéré. La malade qui fait l'objet de cette leçon a été opérée et guérie par cette méthode.

Dans la seconde partie de l'ouvrage se trouvent résumées les observations de tous les malades indistinctement qui ont passé dans le service de M. Péan en 1889 et 1890. Cette statistique intégrale, qui occupe à elle seule 1.024 pages du volume, comprend 2.124 cas, dont 1.013 ont été l'objet d'un traitement opératoire. La mortalité brute a été de 2,17 %; mais sur cette proportion 7 décès seulement semblent avoir été la conséquence de l'acte opératoire, ce qui abaisse la léthalité absolue à 0,69 %. Si cet exposé complet de la pratique hospitalière d'un chirurgien tel que M. Péan a de l'intérêt en raison de la personnalité de l'auteur, on peut regretter l'extension donnée à la relation de cas qui constituent la monnaie courante d'un service de chirurgie et au traitement desquels aucune amélioration n'a été apportée, aucun procédé nouveau n'a été appliqué.

De beaucoup plus attachante est la lecture des tableaux qui constituent la troisième partie ou appendice. L'auteur y a réuni les opérations de gastrotomie, (y compris les hystérectomies et les hystérotomies) pratiquées pour des tumeurs de l'ovaire, du ligament large et de l'utérus, du mésentère, du péritoine et des principaux viscères abdominaux. Au nombre de 585, elles élèvent le chiffre de ces sortes d'opérations faites par M. Péan depuis 1864 au 1er janvier 1892, à près de 2.100. On peut ainsi se rendre compte des perfectionnements apportés par l'auteur à la technique de ces interventions. Le choix de la voie vaginale pour le traitement opératoire d'un certain nombre d'affections de l'utérus ou des annexes, la méthode du morcellement systématisée et généralisée, marquent les principales étapes des progrès réalisés par le chirurgien de Saint-Louis. Les tableaux placés à la fin de son livre contiennent la meilleure et la plus éloquente démonstration de l'excellence des procédés qu'il a ou créés ou puissamment contribué à vulgariser.

Dr Gabriel Maurange.

Demelin (Dr), *Chef de Clinique d'Accouchement à la Faculté de Médecine de Paris.* — **La mort apparente du nouveau-né.** — 1 *vol. in-18 de* 175 *pages.* (*Prix, cartonné :* 3 *fr.*) *Société d'Éditions scientifiques, 4, rue Antoine-Dubois. Paris*, 1895.

5° Sciences diverses.

Lombroso (Cesare). — **Grafologia.** — 1 *vol. in-12 de* 245 *p. avec* 470 *fac-simile. M., Hœpli, Milan*, 1895.

Quoique ce petit manuel, d'ailleurs élégant et léger, paraisse surtout destiné aux gens du monde et aux amateurs d'autographes, on peut s'étonner que l'illustre anthropologiste italien qui l'a signé n'y ait imprimé nulle part la marque si forte et si originale de son esprit. Pas une page marquée au coin de Cesare Lombroso. Alors que les bons juges estiment que la graphologie, c'est-à-dire l'étude des rapports des formes de l'écriture individuelle avec les différents états mentaux, congénitaux ou acquis, avec le caractère propre et individuel, la structure et les fonctions du cerveau de chaque homme, tout en pouvant devenir une science, manque encore de principes et de méthode, si bien qu'il n'existe pas plus de psychologie que de physiologie scientifique de l'écriture, Lombroso aborde ce difficile sujet sans le moindre embarras et prend pour bon argent sonnant et trébuchant les théories graphologiques de Michon et de Crépieux-Jamin.

Le livre est divisé en deux parties. La première traite de l'écriture chez les individus normaux; la seconde, chez les anormaux, les malades, les aliénés, les hommes de génie, les criminels et les hypnotisés. A peine pourrait-on citer les premières lignes qui ouvrent ce livre, et qui m'ont rappelé quelques considérations sur le même sujet d'un auteur que cite d'ailleurs Lombroso, W. Preyer (*Handschrift und Charakter*). Un grand nombre de mouvements inconscients de nos muscles et de nos viscères, mesurés et enregistrés au moyen des appareils de Mosso et de Marey, nous renseignent, en même temps que sur les différents états émotifs, sur les conditions mêmes de l'intelligence. Le vague de ces expressions ne saurait faire comprendre que le papier est un appareil enregistreur, très sensible, de tout un ordre de manifestations inconscientes de l'individu, comme l'a très bien dit M. Héricourt, que ne cite pas Lombroso. Les graphismes sont au scripteur ce que le sphygmogramme est à l'état du pouls, ce que le cardiogramme est à l'état du cœur : la grandeur, la vitesse, le rythme et jusqu'aux moindres oscillations de la circulation se trouvent ainsi fixés par une écriture autographique, de tous points comparable à celle du cerveau, quoique infiniment plus simple et moins compliquée. Voilà bien, ce semble, les vrais termes du problème de la graphologie.

En attendant, il y avait une étude de la plus haute portée à résumer, tout au moins : celle des centres psychiques de l'expression graphique des idées et des sentiments. « Il y a, dit Lombroso, des faits qui nous « forcent d'admettre un centre cérébral spécial de « l'écriture. » Lombroso prend évidemment parti pour Exner, Charcot, Marie, Pitres, Souques, etc., contre Wernicke, Déjerine, P. Sérieux, Berckan, etc. C'est son droit. Mais il ne dit mot des observations cliniques et des arguments d'ordre physiologique pour ou contre une localisation des images motrices graphiques du langage. A côté des agraphies sensorielles, que tout le monde admet, Lombroso paraît tenir pour l'existence d'un centre graphique moteur indépendant. Quelle preuve nouvelle en apporte-t-il ? Aucune. Il a écrit le nom de Marcé qui, dès 1856, avait établi l'indépendance respective de la parole et de l'écriture. Mais combien le chapitre consacré à l'écriture chez les aliénés paraît faible et superficiel à côté du travail de Marcé (1864) sur le même sujet !

Des caractères de l'écriture communs aux hommes de génie, aux fous, aux épileptiques et aux criminels, mieux vaut ne rien dire. Parmi les génies, Lombroso cite Léo Lespès, A. Houssaye, Léon XIII et Sarah Bernhardt (p. 176). Certaines analogies de l'écriture permettent à l'auteur de rapprocher Gyp, Charles Richet et Guizot, et tous les trois de Timothée Trim! Le chapitre le plus curieux de ce manuel est à coup sûr celui des fac-simile des écritures de criminels. Jules Soury.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Septembre 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. **Paul Staeckel** s'est proposé de déterminer toutes les substitutions d'une certaine forme qui transforment chaque couple de surfaces applicables l'une à l'autre dans un couple de la même nature, et il a reconnu que toutes les substitutions forment un groupe continu de transformations avec vingt-huit paramètres, semblable au groupe de rayons réciproques d'une variété de six dimensions.

2° Sciences physiques. — M. **Ch. V. Zenger** adresse une nouvelle note relative à la possibilité de prévoir de grandes perturbations atmosphériques ou sismiques, pendant le passage des essaims périodiques d'étoiles filantes, quand on observe en même temps une grande activité à la surface solaire. Le même auteur donne la description de son éclipsoscope, appareil pour voir la chromosphère et les protubérances solaires. — M. **Pech de Cadel** adresse une note relative à l'emploi des explosifs comme moyen de propulsion dans la navigation aérienne. — M. **Janssen** donne des nouvelles des travaux entrepris par la Société de l'Observatoire du Mont-Blanc. M. Bigourdan a déterminé l'intensité de la pesanteur en plusieurs points et M. de Thierry a fait quelques études au sommet sur l'ozone et la microbiologie. — M. **Ch. Bouchard** a constaté la présence de l'argon et de l'hélium dans certaines eaux minérales connues sous le nom d'*azoades;* les gaz diffèrent suivant la provenance et contiennent soit seulement l'hélium, soit les deux gaz argon et hélium, peut-être avec d'autres éléments. — MM. **Troost** et **Ouvrard** reconnaissent la présence de l'hélium et de l'argon mélangés à l'azote en employant des tubes de Plücker à fils de magnésium et une bobine de Ruhmkorf munie d'un interrupteur Marcel Deprez; on les fait agir directement sur le mélange : l'azote est d'abord éliminé, les raies de l'hélium et de l'argon apparaissent et finalement ces deux gaz se combinent aussi au magnésium sous l'influence de l'effluve. Le platine se comporte de la même façon. — M. **Raoul Varet** a poursuivi ses recherches thermiques sur les sels doubles que forme le cyanure de mercure avec les bromures alcalins, alcalino-terreux et les bromures de zinc et de cadmium. Il déduit de cette étude la constitution des bromocyanures, constitution qui se trouve en parfait accord avec celle que font prévoir certaines réactions chimiques, en particulier la formation des isopurpurates. — M. **H. Pélabon** a étudié la dissociation de l'acide sélénhydrique en tenant compte de l'absorption de ce gaz par le sélénium chauffé; pour chaque température, il a déterminé la valeur du rapport $\frac{p_1}{p_2}$ de la pression partielle de l'hydrogène pur à la pression partielle de l'acide sélénhydrique dans le mélange obtenu. Ces valeurs sont bien représentées par une équation de la forme :

$$\log \frac{p_1}{p_2} = \frac{M}{T} + N \log T + S,$$

équation déduite de l'étude thermodynamique de la dissociation. On déduit de là l'existence d'un maximum correspondant à la température de 575°, maximum donné par l'expérience, et, en outre, la valeur de la chaleur de formation de l'acide sélénhydrique; les valeurs calculée et trouvée antérieurement par Fabre concordent parfaitement. — M. **Paul Lemoult** a étudié l'action de l'acide carbonique, de l'eau et des alcalis sur l'acide cyanurique et ses sels de sodium et de potassium dissous. Les résultats donnés par l'expérience sont en parfait accord avec les prévisions thermiques déduites de l'étude préliminaire de l'acide cyanurique. C. Matignon.

Séance du 9 Septembre 1895.

M. le Président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. **Lovén**, de Stockholm, correspondant pour la Section d'Anatomie et de Zoologie, décédé le 3 Septembre dernier.

1° Sciences mathématiques. — M. **P. Tacchini** adresse le résultat des observations solaires faites à l'Observatoire du Collège Romain pendant le premier semestre 1895. Le phénomène des taches solaires reste stationnaire et s'approche lentement du véritable minimum. Il semble aussi que les protubérances passent par le même minimum. L'auteur n'a pas observé d'éruptions métalliques. — M. **Deslandres** a étudié expérimentalement les efforts développés par les différences de température entre les deux semelles d'une poutre à travées solidaires. Il ressort de ces expériences que les différences de température donnent lieu à des efforts supplémentaires de compression et d'extension atteignant fréquemment, pendant la saison chaude, le chiffre de 2 k. par millimètre. Dans les pays chauds, l'effet peut être encore plus énergique et met les poutres à travées solidaires dans un état d'infériorité notable par rapport aux poutres à travées indépendantes. — M. **Maurice Lévy** insiste sur le travail de M. Deslandres et fait voir qu'en substituant au calcul abrégé de l'auteur une étude plus approfondie du sujet, les résultats numériques obtenus ne sont pas exagérés, mais seront en général dépassés. La fin de la note présente un complément de la théorie classique des poutres droites tenant compte des faits précédents. — M. **Mendeleef** énonce un théorème permettant de représenter simplement l'aire d'une surface comprise entre un arc de parabole et deux ordonnées pour celle d'un trapèze commode à construire.

2° Sciences physiques. — M. **de Nicolaiew** adresse une note portant pour titre : Sur la tentative pour manifester les courants du déplacement électrique et sur l'induction magnétique du fer à l'état alternatif. — M. **Montessus de Ballore**, en se fondant sur les nombreuses observations de tremblements de terre effectuées au Japon en 600 stations distinctes, détermine la limite supérieure de l'aire moyenne ébranlée par une secousse séismique ; il la trouve égale à environ 1.200 kilomètres carrés, équivalente à un cercle d'ébranlement de 19 km. 54 de rayon ou à deux fois et demie la surface du département de la Seine. — MM. **C. Matignon** et **Deligny** ont étudié la chaleur de combustion des dérivés nitrés avec liaison au carbone ; ils concluent des résultats obtenus : 1° Les isomères de position, comme on l'a toujours trouvé jusqu'ici, ont la même chaleur de combustion aux erreurs d'expérience près ; 2° Le travail de la substitution nitrée avec liaison au carbone est très sensiblement constant et indépendant de la fonction ou des fonctions du corps où l'on effectue la substitution. — M. **L. Maquenne** a étudié la formation et la propagation de l'onde explosive dans les gaz endothermiques seuls en opérant sur le protoxyde d'azote et l'acétylène. Le protoxyde d'azote fait explosion sous l'influence d'une trace de détonateur et l'onde explosive se propage régulièrement. L'acétylène, au contraire, n'éprouve une décomposition que sous l'influence d'un poids élevé de fulminate et, dans des tubes de 3 centimètres de diamètre, l'onde explosive

ne se propage pas. Il y aura lieu de tenir compte de ces faits dans les applications industrielles de l'acétylène. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **P. Fauvel** signale l'influence de l'hiver 1894-95 sur la faune marine. En dehors des effets directs du froid, qui a fait périr sur place un grand nombre d'animaux marins de tous les groupes, tant au voisinage de la surface qu'en profondeur où l'action du froid semblerait ne pas devoir se faire sentir, des constatations d'un haut intérêt ont été faites sur les variations de la faune surtout à St-Vaast-la-Hougue. C'est ainsi que l'effet du froid a été de faire apparaître à la côte un certain nombre d'espèces qui vivent soit plus profondément, soit dans les régions bien plus septentrionales. C'est ainsi que, tout près du Laboratoire maritime, on pouvait recueillir l'*Amphioxus lanceolatus*, l'*Amphorete Grubei*, *Amphicteis Gunneri*, *Phyllodoce teres*, etc. — M. **Sauzier** décrit une gigantesque tortue terrestre, d'après un spécimen vivant des îles Egmont. Cette espèce serait *Testudo Daudinii*; sa hauteur est de 0 m. 76 et l'animal mesure 4 mètres de circonférence à la base. Son poids est de 240 kilogrammes. — M. **Depéret** fournit les résultats des fouilles paléontologiques dans le Miocène supérieur de la colline de Montredon, près Bize (Aude). A côté du *Dinotherium* très abondant, on a trouvé l'*Hipparion gracile*, le *Simocyon diaphorus*, parmi les Carnassiers qui n'avaient pas encore été découverts en France, enfin diverses pièces d'un Ursidé dans lequel l'auteur est porté à voir un type intermédiaire entre les *Hyænarctos* du Miocène et les ours pliocènes. J. MARTIN.

Séance du 16 Septembre 1895.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Paul Serret** énonce un certain nombre de théorèmes concernant les équilatères. — M. le Secrétaire perpétuel présente le tome VI des Œuvres de **Christian Huygens**, publiées par la Société de Harlem, et annonce en même temps la mort de M. **Bierens de Hahn**, qui avait pris une part importante à la rédaction de ces mémoires.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **H. et A. Malbot** ont effectué des recherches sur les phosphates d'Algérie; ils ont reconnu à Bougie l'existence d'une roche phosphatée présentant la composition d'un superphosphate, et l'étude analytique de ces minéraux les a conduits aux conclusions suivantes : 1° La présence de matières organiques peut produire une erreur en moins, quand on dose l'acide phosphorique par précipitation directe à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, en liqueur citrique, et cette erreur n'est pas toujours atténuée quand on évapore préalablement le phosphate avec de l'acide azotique, au bain de sable. 2° La même erreur ne se produit pas quand on dose l'acide phosphorique par précipitation préalable à l'état de phosphomolybdate d'ammoniaque. 3° L'accord entre les deux méthodes devient absolu quand on détruit la matière organique par calcination au rouge. — **Ch. V. Zenger** adresse une note signalant les perturbations atmosphériques qui se sont produites les 10 et 11 Septembre en certains points de l'Europe centrale, conformément à ses prévisions. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Alex. N. Vitzou**, en poursuivant ses recherches sur la physiologie des lobes occipitaux, a pu découvrir la présence de cellules et de fibres nerveuses dans la substance de néoformation, chez le singe, après l'ablation complète des lobes occipitaux depuis deux ans et deux mois. On sait que l'ablation totale des lobes occipitaux amène, chez le singe et le chien, une perte complète de la vue. En répétant cette expérience sur un singe, l'auteur a remarqué que l'animal commençait, vers le quatrième mois, à apercevoir les personnes et les objets. Au bout de deux ans et deux mois, le singe devenait capable d'éviter les obstacles. En répétant l'opération, après avoir dénudé le crâne et enlevé avec précaution la couche fibreuse conjonctive qui fermait les anciens orifices de trépanation, l'auteur a pu voir l'espace occupé auparavant par les lobes occipitaux, rempli complètement par une masse de substance nouvellement formée dans laquelle on a pu constater la présence de cellules nerveuses pyramidales et de fibres nerveuses. Ce fait démontre donc la possibilité de la régénération du tissu nerveux dans le cerveau, et, par là, l'amélioration, quoique très imparfaite, du sens de la vue. J. MARTIN.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 17 Septembre 1895.

M. **Ferrand** termine ses essais physiologiques sur la musique et conclut qu'elle est capable d'agir sur le lieu des sensations motrices et auditives et sur le lieu des images qui correspondent à ces sensations, capable, par conséquent, de susciter les idées sensibles et les sentiments qui s'y rattachent. — M. le Dr **Corlieu** lit un mémoire sur les anciens bâtiments de la Faculté de Médecine de Paris.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES NATURELLES

William R. Jack M. D. — **Sur l'analyse des mouvements volontaires à l'aide de certains instruments nouveaux.** — Le but de ces recherches était de déterminer la plus grande rapidité que pouvaient atteindre les mouvements volontaires et dans quelle mesure cette rapidité peut être affectée par l'âge et l'éducation; elles ont été limitées à l'étude des mouvements des doigts qui ont été analysés au moyen de l'appareil enregistreur imaginé par le professeur Mac Kendrick. — Les mouvements étudiés ont été les suivants : 1° La contraction simple d'un seul doigt; 2° la contraction simple des doigts se contractant simultanément; 3° les mouvements de l'écriture. Les expériences ont porté sur 25 personnes, dont deux constituaient des cas pathologiques. Les sujets normaux comprenaient : 5 personnes qui avaient reçu une éducation manuelle spéciale (musiciens), 9 qui avaient reçu une éducation manuelle moyenne (gens cultivés), et 9 une éducation manuelle inférieure (ouvriers habitués seulement à de gros ouvrages). Les vitesses données ne représentent pas les vitesses réelles des mouvements, mais les conditions expérimentales étant les mêmes pour tous les sujets, ces vitesses peuvent être utilement comparées entre elles. Les résultats obtenus ont été les suivants — : *Mouvements combinés des doigts* (aucun tracé n'a été pris sur les musiciens). 1° Chez les gens d'une éducation manuelle inférieure, la vitesse est égale pour les deux mains. 2° Chez les gens d'une éducation manuelle moyenne, la vitesse est plus grande pour la main droite; l'auteur, dont les deux mains ont été également exercées, a la même vitesse avec les deux mains. 3° La vitesse est plus grande pour la main droite chez les gens d'éducation manuelle moyenne que chez ceux d'éducation manuelle inférieure. 4° La vitesse de la main gauche est la même pour les gens des deux catégories. — *Contraction isolée d'un seul doigt* : 1° La vitesse des deux premiers doigts est à peu près égale et supérieure à celle des troisième et quatrième doigts qui ont, eux aussi, une vitesse presque égale. 2° La vitesse de chaque doigt est pratiquement identique aux deux mains. 3° La vitesse des mouvements des doigts n'est pas modifiée d'une façon appréciable par l'éducation. 4° La vitesse des mouvements de flexion est, en moyenne, un peu plus grande que celle des mouvements d'extension, mais, dans 2 cas sur les 8 qui ont été examinés, ces deux vitesses étaient identiques. 5° La vitesse des mouvements isolés des doigts est plus grande que celle de leurs mouvements combinés. — *Mouvements de l'écriture* : 1° La vitesse moyenne est pratiquement la même chez les musiciens et chez les gens qui ont reçu une éducation manuelle moyenne. 2° La vitesse des ouvriers est beaucoup moindre que celle des gens des deux autres

classes. 3° La vitesse est toujours très inférieure à celle des mouvements combinés des doigts. 4° Les parties courbes des lettres et des figures sont tracées plus lentement que les parties rectilignes et la rapidité avec laquelle une courbe est tracée varie, à peu près, comme le rayon de courbure. L'influence de l'éducation est donc maxima sur les mouvements de l'écriture, minima sur les mouvements isolés des doigts. La rapidité des mouvements diminue et la différence entre les diverses classes de sujets s'accroît à mesure qu'il s'agit de mouvements plus complexes. — *Influence de l'âge.* 1° La rapidité des mouvements de l'écriture diminue à mesure que l'on s'approche de la vieillesse. 2° Elle est maxima de 20 à 29 ans et décroît avec chaque décade à partir de ce moment. 3° Ce ralentissement est plus marqué chez les hommes qui n'ont pas d'éducation de la main. L'influence de l'âge est beaucoup moins marquée sur les deux autres classes de mouvements. Les résultats fournis par les deux cas pathologiques (H. 41 ans, sclérose latérale; H. 50 ans, tremblement des mains consécutif à une syphilis), ont été tout à fait semblables. Dans d'autres recherches, M. W. R. Jack a appliqué à l'étude des phénomènes de fatigue un nouvel instrument qu'il a imaginé. Il consiste en une longue barre d'acier, fixée solidement dans un tenon de fer et portant à son extrémité, attachée par un crampon, une plaque de verre fumé de 6 pouces carrés. Elle est mise en mouvement par un électro-aimant, par lequel passe le courant d'une batterie d'accumulateurs, et fait par seconde 54 vibrations doubles. On adapte un ergographe de Mosso à l'instrument, dont la partie enregistrante peut lentement glisser sur des rails de dessous le levier enregistreur, qui inscrit les mouvements du doigt chargé. Une série de contractions et de relâchements, partagés par les oscillations de la barre en $\frac{1}{54}$ de seconde, est ainsi enregistrée sur chaque plaque. Quatre sujets normaux et deux sujets pathologiques ont été étudiés ; des séries de tracés ont été prises avec des poids de 1/2 kilog., 1 kg., et 2 kg. Elles montrent que la fatigue diminue à la fois l'intensité et la rapidité des contractions. Cette diminution est graduelle et uniforme avec de petits poids ; avec des poids plus considérables, elle se produit plus vite et ne suit pas une progression régulière.

M. Charlton Bastian F. R. S., *Professeur de Clinique médicale à University College* (*Londres*). — **Note sur les relations des impressions sensitives et des centres sensitifs avec les mouvements volontaires.** — Dans une communication récente à la Société Royale sur l'influence des nerfs sensitifs sur le mouvement et la nutrition des membres, MM. Mott et Sherrington ont mis en lumière des résultats de la plus haute importance. Ils ont montré que la section de toute la série des racines sensitives qui innervent un membre détermine immédiatement une paralysie motrice durable dans le membre ainsi anesthésié. L'interprétation de ces résultats semble à première vue très difficile. Les auteurs du mémoire, après avoir rapporté les vues que M. Bastian a émises relativement à l'importance fondamentale des impressions sensitives pour la production des mouvements volontaires, proposent l'explication suivante : « Nous pensons que ces expériences ont une portée plus grande encore que ses arguments pour établir l'influence des sensations sur les mouvements volontaires, car elles indiquent que, non seulement l'écorce, mais tous les tracsetus nsitifs, depuis la périphérie jusqu'à la corticalité cérébrale, sont en activité pendant les mouvements volontaires. M. Bastian ne peut accepter cette interprétation, qui est en contradiction avec des faits d'ores et déjà nettement établis. Les recherches cliniques ont prouvé que, dans les cas d'hémianesthésie dus aux lésions ou aux troubles fonctionnels de la partie postérieure de la capsule interne, non seulement il n'y a pas paralysie des membres ainsi privés de toute sensibilité, mais encore il n'y a qu'une faible diminution de l'aptitude à accomplir les yeux ouverts les mouvements les plus délicats. Ce qu'il faut donc expliquer, c'est : comment la section des racines sensitives détermine une paralysie que ne détermine, à aucun degré, la section intra-encéphalique des conducteurs sensitifs. Depuis plusieurs années, M. Bastian a soutenu, en opposition avec les théories généralement acceptées, qu'il n'y avait aucune preuve de l'existence de centres moteurs dans l'écorce cérébrale ; tandis que, d'autre part, il y avait des raisons nombreuses de supposer que les régions de l'écorce, que l'on suppose être motrices, constituent en réalité des centres sensitifs du type kinesthétique. Il a tenté de montrer que les impressions sensitives et l'activité des centres sensitifs ont précisément le rôle attribué aux prétendus centres moteurs corticaux, et que c'est une erreur fondamentale de supposer qu'il existe des centres moteurs corticaux pour l'accomplissement des mouvements volontaires, à part des centres des mouvements réflexes. En d'autres termes, M. Bastian a soutenu qu'il n'y a de véritables centres moteurs que dans la protubérance, le bulbe et la moelle, et que ces centres peuvent être mis en activité par les excitations qui viennent, soit de l'écorce (mouvements volontaires), soit des appareils sensitifs périphériques (mouvements réflexes). C'est de la première catégorie de mouvements qu'il y a seulement à s'occuper ici. L'auteur a été le premier, en 1869, à affirmer, en opposition avec les idées physiologiques alors en cours, l'existence de centres sensitifs distincts dans l'écorce cérébrale. Il a montré comment cette hypothèse suffisait à expliquer les diverses formes de troubles de la parole, et il a été suivi dans cette voie par Broadbent. Si l'on se place à ce point de vue, les mouvements d'origine corticale peuvent se diviser en deux catégories : 1° les *mouvements du langage*, qui sont dus, comme on sait, à l'action combinée des centres auditifs et kinesthétiques ; 2° les *mouvements des membres* et *les autres mouvements du corps*, qui sont dus à l'action combinée des centres visuels et kinesthétiques. Les centres kinesthétiques semblent ne pas avoir d'action indépendante, mais réagir simplement à l'excitation qui leur vient des centres auditifs ou visuels. — *Mouvements de la parole.* Les images qui constituent le mot semblent être principalement des images auditives, et, si les mots ont été prononcés, des excitations partant des centres auditifs doivent passer par des fibres d'association aux parties des centres kinesthétiques qui leur sont directement reliées, et constituent ce que l'auteur a appelé centres glosso-kinesthétiques, centres situés dans la partie postérieure de la troisième circonvolution frontale et à son voisinage. Si l'on admet, comme les faits anatomo-cliniques semblent l'établir, que la portion des centres auditifs, destinés à l'enregistrement des images verbales, est située à la partie postérieure de la circonvolution temporale supérieure, les fibres d'association en question devraient passer, pour atteindre le centre glosso-kinesthétique au-dessous de l'insula de Reil. De cette région, les excitations combinées iraient atteindre, à travers la capsule interne, les véritables centres moteurs du langage, situés dans le bulbe. On a prouvé que des mouvements de la parole peuvent être paralysés par des lésions portant sur un point quelconque de cet ensemble de fibres et de cellules. Des lésions de l'un ou l'autre des deux centres sensitifs détermine l'aphasie tout aussi certainement que les lésions du centre bulbaire. Si la lésion porte sur le centre auditif verbal, elle produira la cécité verbale aussi bien que la perte de la parole ; si elle porte sur le centre glosso-kinesthétique, elle produira seulement la perte de la parole. En opposition à la doctrine de la stricte localisation de l'aphasie, qui en fait un symptôme lié toujours et uniquement à une lésion de la troisième circonvolution frontale, l'auteur a depuis longtemps soutenu que des troubles exactement semblables pouvaient résulter de la destruction des fibres commissurales en un point quelconque de leur trajet, ce qui fournit une explication des nombreux cas rapportés par Meynert et d'autres auteurs où l'aphasie a

eu pour cause une lésion de l'insula de Reil. On sait, d'autre part, depuis longtemps, que les lésions des fibres internonciales peuvent déterminer une paralysie des mouvements de la parole identique à celle causée par les lésions des centres moteurs bulbaires. Pour la lecture à haute voix, une autre série de centres entre en jeu. Les impressions visuelles provenant de la page imprimée, exercent leur action sur le centre visuel et sont transmises de là, par les fibres commissurales, à la partie du centre auditif où elles aboutissent, et de là, l'excitation transformée passe au centre glosso-kinesthétique, puis au bulbe. La conséquence, c'est que, lorsqu'une lésion porte sur les fibres visuo-auditives, le sujet est incapable de lire à haute voix, de nommer les objets ou même de simples lettres, bien qu'il puisse répéter immédiatement les mots ou les lettres qu'on prononce devant lui. Rien ne saurait mieux montrer qu'il faut localiser dans des centres sensitifs les excitations qui donnent naissance aux mouvements volontaires. — *Mouvements des membres.* Le sens visuel, dans le cas des mouvements des membres, joue le même rôle que le sens auditif pour les mouvements du langage. C'est dans une large mesure, grâce au sens visuel, que nous apprenons de nouveaux mouvements ; les sensations visuelles sont, du reste, assistées dans cette tâche par les sensations kinesthétiques qui leur sont associées. Lorsque, dans la suite, nous voulons répéter un mouvement, ce désir s'accompagne d'une conception du mouvement, c'est-à-dire d'une réviviscence, dans la mémoire subconsciente, des impressions visuelles et kinesthétiques qui sont liées à ce mouvement. Les mouvements des membres comme les autres peuvent être paralysés soit par des lésions organiques, soit par des troubles fonctionnels. — *A. Lésions organiques.* Si les centres kinesthétiques en relation avec le membre sont détruits, la paralysie du membre en résulte en même temps que la perte du sens musculaire et de toutes les impressions kinesthétiques. Jusqu'à présent, il n'y a pas d'exemples, chez l'homme, de paralysie des mouvements des membres consécutifs à une lésion du centre visuel ou des commissures qui existent entre lui et les centres kinesthétiques, comparables à la paralysie des mouvements de la parole consécutive aux lésions du centre auditif ou des fibres commissurales audito-kinesthétiques, sauf cependant en un cas, celui des mouvements de l'écriture. Mais il est certain que la destruction du centre visuel verbal gauche rend incapable le sujet d'écrire un mot ou même une simple lettre. Des expériences sur des animaux tendent à montrer que la section des fibres visuo-kinesthétiques détermine la même paralysie des membres que la destruction des centres kinesthétiques eux-mêmes. M. Marique a constaté, et ses résultats ont été confirmés par MM. Ener et Paneth, que l'isolement des centres kinesthétiques, par la section des fibres qui les unissent aux autres centres sensitifs de l'écorce détermine une paralysie identique à celle que cause l'extirpation de ces soi-disant centres moteurs. Marique a, de plus, constaté que les mêmes contractions musculaires étaient produites par l'excitation électrique des centres kinesthétiques après qu'ils avaient été ainsi isolés, ce qui montre qu'ils avaient conservé leur excitabilité et leur connexion avec les faisceaux pyramidaux. — *B. Troubles fonctionnels.* Les troubles fonctionnels déterminant la paralysie des membres peuvent siéger soit dans le cerveau, soit dans la moelle : *a. Troubles fonctionnels cérébraux.* A cette catégorie appartiennent les cas de paralysie hystérique, où des troubles temporaires dans la nutrition des centres kinesthétiques déterminent l'apparition de troubles moteurs temporaires et curables (monoplégies, hémiplégies ou paraplégies), toujours associés à une perte correspondante du sens musculaire et à des troubles plus ou moins marqués de la sensibilité générale. Ces formes de paralysie fonctionnelle sont souvent combinées avec une hémianesthésie complète, simple ou double, due probablement à des troubles de nutrition de la région sensitive de la capsule interne. Dans certains cas, les malades peuvent accomplir des mouvements aussi longtemps qu'ils ont les yeux ouverts; mais ils deviennent incapables des mouvements les plus simples dès qu'ils ont les yeux fermés. Ces faits peuvent s'expliquer par l'existence de troubles de nutrition moins marqués des centres kinesthétiques. Ces centres pourraient fonctionner sous l'influence de l'excitation plus forte qui leur viendrait des centres visuels lorsque leurs yeux sont ouverts, tandis qu'ils ne pourraient être mis en action par des excitations plus faibles que leur transmettent les centres visuels lorsque leurs yeux sont fermés. — *b. Troubles fonctionnels médullaires.* C'est dans cette catégorie qu'à l'opinion de M. Bastian, viennent se ranger les formes de paralysie qu'ont déterminées MM. Mott et Sherrington par la section de toutes les racines sensitives des nerfs qui se rendent à un membre. On connaît depuis longtemps des formes de paralysie due à des lésions portant sur les grandes cellules de la corne antérieure, résultant, par exemple, de la poliomyélite. L'auteur a cherché à établir qu'il existe des cas de paralysie fonctionnelle de types médullaires, qui sont dus à des troubles fonctionnels des mêmes régions de la moelle, qu'il faut distinguer nettement des troubles d'origine cérébrale, désignés d'ordinaire sous le nom de troubles hystériques. Les expériences de MM. Mott et Sherrington semblent fournir la preuve expérimentale de l'existence de l'une de ces formes de paralysie fonctionnelle d'origine spinale. Au lieu d'une activité fonctionnelle diminuée des centres kinesthétiques cérébraux, nous avons affaire ici à une activité fonctionnelle diminuée des centres moteurs de la moelle, de telle sorte qu'ils ne sont plus capables de répondre aux excitations qui viennent de l'écorce. Tous les détails fournis par MM. Mott et Sherrington concordent avec l'hypothèse que l'animal n'est point devenu incapable de vouloir, mais que les centres moteurs sont, en raison du défaut d'excitation provenant de la périphérie, devenus incapables de réagir aux excitations d'origine corticale. Le fait que la paralysie n'apparaît que lorsque toutes les racines sensitives sont coupées et qu'elle va croissant de la racine à l'extrémité du membre, le fait aussi que les mouvements les plus indépendants et les plus délicatement adaptés qu'emploient les masses musculaires plus petites et plus individualisées du pied et de la main, sont ceux qui sont les plus complètement entravés, bien qu'ils puissent sembler confirmer l'interprétation de MM. Mott et Sherrington, à savoir que c'est la volition même qui est ici lésée, s'expliquent tout aussi bien dans l'hypothèse de l'auteur : on le comprendra si on a présent à l'esprit le chevauchement des champs d'innervation des racines sensitives et le fait que les excitations très délicates qui vont à de très petits muscles doivent être, de toutes, les plus impuissantes à mettre en activité les centres médullaires paresseux. MM. Mott et Sherrington ont constaté que, lorsque l'animal pouvait être amené à « lutter », les mouvements reparaissaient, par exemple lorsqu'il se débat parce qu'on le tient maladroitement. Le fait peut s'expliquer dans l'hypothèse émise ci-dessus. Les muscles, incapables de réagir aux excitations volitionnelles ordinaires, peuvent répondre à ces excitations lorsqu'un appoint émotionnel les rend plus intenses. L'excitation électrique des centres kinesthétiques détermine aisément des mouvements du membre dont toute l'innervation sensitive a été ainsi supprimée. Mais c'est que cette excitation électrique doit être différente de celle qui se transmet normalement de l'écorce aux centres moteurs de la moelle pendant un acte volontaire. Ces faits et les interprétations qu'en donne l'auteur montrent qu'on est arrivé à une position bien différente de celle où l'on était placé il y a vingt ans, alors que l'on considérait les centres corticaux des mouvements volontaires comme de véritables centres moteurs.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

La Société vient de recevoir les communications suivantes :

1° Sciences mathématiques. — Rapport sur le mémoire de M. **M. van Overeem, Jr.** : *Sur les points remarquables des polygones inscriptibles.* Ce mémoire forme un nouveau supplément à la géométrie moderne du triangle étudiée dès 1873. Tandis que MM. Fucker, Neuberg et Casey ont étendu la géométrie du triangle, et surtout les propriétés du cercle de Brocard, aux polygones harmoniques, que l'on obtient en appliquant sur les polygones réguliers la transformation par rayons vecteurs réciproques, l'auteur étend à des polygones inscriptibles les propriétés qui se rapportent à la droite d'Euler et au cercle des neuf points. — M. **J.-A.-C. Oudemans** offre le tome IV de sa *Triangulation de Java* (examen minutieux des instruments, étude judicieuse des fautes de division, détermination de la longitude de Batavia par rapport à Greenwich, $7,7^m\ 14^s,5$).

2° Sciences physiques. — M. **J.-D. van der Waals** continue son étude des caractères distinctifs par rapport à la forme de la courbe de plissement dans le cas d'un mélange de deux matières (*Rev. gén. des Sc.* VI, p. 648). D'abord, il donne une déduction nouvelle de l'équation différentielle de la courbe. Ensuite, il trace le chemin qu'on aura à suivre pour parvenir à la connaissance de p, V, τ à l'état critique, en fonction de x, x et $1 - x$ indiquant le rapport des deux matières constituantes. — M. **H. Kamerling Onnes** présente une note de M. **J. Verschaffelt** (Gand) sur l'ascension des gaz liquéfiés dans un tube capillaire. Les expériences ont été entreprises dans le but de soumettre à une nouvelle vérification la théorie de la capillarité, donnée par M. van der Waals. Les gaz employés sont l'anhydride carbonique et le protoxyde d'azote ; ces gaz, qu'on trouve dans le commerce, ont été purifiés d'après un procédé déjà décrit de M. Kuenen. La méthode d'observation est essentiellement la même que celle employée par M. de Vries, dans ses recherches sur la tension superficielle de l'éther. Les observations ont été faites au voisinage de la température ordinaire et à la température d'ébullition du chlorure de méthyle (environ-24°). L'énergie superficielle a été calculée au moyen de la formule $\sigma = \frac{1}{2} g H (\rho_v - \rho_d) r$; la hauteur d'ascension vraie est déduite de la hauteur observée en y apportant deux corrections relatives aux ménisques ; les densités ρ_v et ρ_d ont été empruntées aux travaux de MM. Cailletet et Mathias.

Anhydride carbonique		Protoxyde d'azote	
$t = 20°,9$	$\sigma = 1,00$ ergs	$t = 19°,8$	$\sigma = 1,74$ ergs
15°,2	1,82	14°,4	2,50
8°,9	2,90	—24°,0	9,92

D'après M. van der Waals, les valeurs de σ doivent vérifier la formule $\sigma = A (1 - m)^B$, m étant la température réduite, A et B des constantes indépendantes de la nature des liquides ; au voisinage de la température critique, B doit être égal à $\frac{3}{2}$. Or, les résultats précédents sont parfaitement représentés par une pareille formule si l'on pose :

Pour CO^2 ;	Pour Az^2O :
log A = 1,934	log A = 1,945
B = 1,311	B = 1,333

Les valeurs des constantes sont sensiblement les mêmes que pour d'autres liquides ; les valeurs de B sont même plus rapprochées de la valeur théorique. L'énergie superficielle moléculaire est $\sigma_M = \sigma \frac{M^{\frac{2}{3}}}{(\rho_v)^{\frac{2}{3}}}$; sa dérivée par rapport à t doit avoir même valeur pour tous les liquides non associés. Pour CO^2, on trouve 2,22, et pour Az^2O 2,20, deux nombres très rapprochés de la valeur moyenne 2,27 trouvée par MM. Ramsay et Shields. — M. **A.-P.-N. Franchimont** présente les résultats de l'examen de M. **C. Lobry de Bruyn** sur la préparation et les propriétés de l'hydrazine libre. L'hydrazine libre Az^2H^4, dont les sels et l'hydrate Az^2H^6O ont été découverts par M. Curtius, était inconnue jusqu'ici. L'auteur a préparé cette base : 1° en décomposant le sel Az^2H^4HCl dissous dans l'alcool méthylique absolu, au moyen de méthylate de sodium ; 2° en chauffant l'hydrate avec de l'oxyde de baryum à une température de 100° (voir *Recueil*, t. XIII, p. 433 ; t. XIV, p. 88). L'hydrazine libre est un liquide un peu épais, présentant la même odeur que l'hydrate. Elle peut être portée à l'ébullition sans subir une décomposition. Son point d'ébullition est de 113°,5 à 761 millimètres, et de 56° à 71 millimètres. Refroidie dans un mélange de glace et de sel, elle se solidifie ; son point de fusion est environ + 2°,3. Le poids spécifique ($d\,\frac{23}{23}$) est de 1,0075, par conséquent à peu près égal à celui de l'hydrate (qui bout à 119°). Exposée à l'air, la base fume fortement et s'oxyde facilement en faisant naître de l'azote. Elle brûle à l'air. L'hydrazine est de beaucoup plus stable que l'hydroxylamine, et, contrairement à cette base, non explosive. Les particularités ultérieures de cette recherche qui se continue seront publiées bientôt dans le *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*. — M. **J.-M. van Bemmelen** fait une seconde communication se rapportant à ses recherches détaillées sur la forme de la courbe isotherme (p, c) de l'hydrogel de l'acide silicique à 15° (p = pression de la vapeur d'eau, c = teneur en eau de l'hydrogel), savoir la courbe de déshydratation, de rehydratation et de redéshydratation. Sur cette courbe, il a trouvé un point singulier, où le gel homogène se trouble et devient opaque, pour redevenir translucide après, et où la courbe prend sur une certaine étendue un cours presque horizontal. Il fait voir comment la position de ce point remarquable de la courbe varie avec les modifications que l'hydrogel a subies, dépendantes de l'état initial (à son tour variable avec la méthode de préparation du gel), de l'âge du gel et de la marche plus ou moins accélérée de déshydratation. Encore, la position de ce point détermine le cours du reste de la courbe d'hydratation jusqu'à la pression zéro, et de même le cours des deux autres courbes de rehydratation et de redéshydratation. Enfin, l'auteur démontre quelles parties de la courbe sont réversibles et quelles parties ne le sont pas. Sur les dernières, il a remarqué un phénomène d'hystérèse, fait probablement nouveau en chimie. — M. **E. Mulder** présente deux mémoires : 1° sur des compositions dérivées de l'acide tartrique, et sur l'acide pyro-tartrique para ; 2° sur l'influence perturbatrice de l'acide sulfureux de la flamme du gaz d'éclairage sur la détermination qualitative et quantitative de quelques matières et sur une méthode à y porter remède.

3° Sciences naturelles. — Rapport sur le mémoire de M. **H.-J. Hamburger** sur un appareil qui permet d'étudier les lois de filtration et d'osmose de fluides constants à travers des membranes homogènes. L'auteur se sert de membranes artificielles de gaze métallique plongée dans une solution de gélatine ou de collodion. — M. **K. Martin** fait une communication sur le terrain tertiaire de Java. Il indique où l'on trouve les dépôts quaternaires, le pliocène, le miocène plus récent, et en conclut qu'en général, les couches nouvelles se sont formées à l'extérieur des couches existantes, ce qui exige que, depuis le temps du pliocène plus récent, un déplacement négatif de la plage ait mis à sec les dépôts miocène, pliocène et quaternaire. D'après les fossiles de Njaliendoung, trouvés à une hauteur de 910 mètres au-dessus de la mer, ce déplacement doit avoir été très considérable. Ensuite, M. Martin communique que MM. Wing Easton et J. Bosscha

lui ont envoyé des fossiles intéressants de Bornéo occidental, qui prouvent que ces terrains sont des couches mésozoïques. — M. M.-W. Beyerinck s'occupe de la biologie de *Cynips calicis*, sa métamorphose (génération alternante) et ses galles. — M. B.-J. Stokvis présente la thèse du Dr Langemeyer : *Sur l'influence de la nutrition avec du sucre sur le travail musculaire.* A l'aide de l'ergographe de M. A. Mosso, l'auteur trouve le résultat négatif des chiffres suivants en travail ergographique.

Le matin (sans sucre).....	13,200	(moy. de 17 expériments)
L'ap.-midi (avec 100 gr. sucre)	12,612	(» » »)
Le matin (sans sucre).....	13,322	(» 11 »)
L'ap.-midi (avec 200 gr. sucre)	12,483	(» » »)

Travail ergographique depuis 9 h. 30 jusqu'à 5 h. 30 :

Jours sans sucre :	main droite 168,640 ;	main gauche	185,388
» avec 250 gr.	» 147,486	»	154,628

M. Th.-W. Engelmann présente le mémoire *Die Physiologie des Geruchs* (la Physiologie de l'odorat), de M. H. Zwaardemaker. P.-H. Schoute.

CHRONIQUE

L'UNIFICATION DES MÉTHODES D'ANALYSE DANS LES TRANSACTIONS DE LA SUCRERIE

Les chimistes de sucrerie se préoccupent plus que jamais du dommage que cause, aux transactions de leur industrie, l'absence d'unification des méthodes destinées à déterminer la richesse saccharine des sucres. Et, tout récemment, l'*Association* de ces savants a fait place aux réclamations de ses membres en publiant, à ce sujet, les résultats tout à fait discordants de méthodes diverses [1]. La question est trop importante pour que nous la passions ici sous silence.

Avant d'être vendus aux raffineurs, les sucres sont, de la part de la Régie, l'objet d'une analyse qui fixe la richesse saccharine de chaque lot (100 sacs de 100 kgs.) et détermine ainsi l'impôt à payer. D'autre part, les raffineurs font faire l'analyse des mêmes sucres par des chimistes agréés du commerce, et c'est cette analyse qui sert de base au prix d'achat.

La méfiance à l'égard de la Régie semble *à priori* singulière. Elle s'explique cependant par ce fait que les chimistes du commerce indiquent toujours un *rendement en raffiné* sensiblement inférieur au rendement donné par la Régie. Peut-être l'écart est-il dû à la différence des méthodes d'analyse.

Méthode de la Régie. — La méthode adoptée par la Régie a été instituée par deux chimistes d'une compétence indiscutable et indiscutée, MM. Riche et Bardy :

On pèse 32 gr. 40 de sucre, on dissout dans 200 centimètres cubes d'eau. Sur 100 centimètres cubes on dose le sucre %; puis, sur les 100 centimètres cubes, préalablement filtrés, on dose les cendres par incinération de 10 centimètres-cubes de liqueur. Les 10 centimètres cubes représentant un certain poids de la prise d'échantillon, on en déduit aisément, après l'incinération, le pourcentage des cendres du sucre analysé. Pour obtenir le *rendement en raffiné*, on multiplie ces cendres par le coefficient 4, et l'on retranche le produit du sucre %.

Méthode du Commerce. — Cette méthode offre ceci de commun avec la précédente que le pourcentage du sucre, au début de l'opération, s'y détermine de la même manière. Mais la suite du procédé est différente :

On pèse 5 grammes de sucre, qu'on incinère ; on en déduit les cendres % que l'on multiplie par le coefficient 4 ; la différence entre le produit ainsi obtenu et le taux du sucre % donne le rendement en raffiné.

Comme on le voit, la méthode de la Régie indique seulement les cendres solubles, les seules intéressantes, puisque le sucre, devant être raffiné, est d'abord refondu, puis filtré. — Au contraire, la méthode du Commerce donne les cendres totales.

Les raffineurs ont évidemment tout avantage à recourir à ce mode d'évaluation. Aussi, malgré les réclamations de M. le sénateur Macherez, se sont-ils énergiquement opposés à l'unification des méthodes d'analyse.

Il résulte de cet état de choses que l'impôt dont est grevé le sucre vendu par le fabricant porte sur une quantité de matière supérieure à celle que paie le raffineur.

L'anomalie est flagrante, d'autant plus préjudiciable au fabricant que la différence entre la quantité imposée et la quantité sur laquelle se fait le paiement, est parfois très considérable. Il arrive, par exemple, qu'un sucre se trouve titré à 88° pour l'impôt, alors que le raffineur ne paie ce même sucre que suivant le titre de 85°. On nous communique à ce sujet quelques chiffres (tableau I) déterminés sur les mêmes produits par la Régie et par le Commerce :

Tableau I. — Analyses

Sucres roux (3e jet)	Régie	Commerce
1°		
Sucre	95.09	95,04
Cendres	1.22	1.465
Rendement en raffiné	90°21	89°280
2°		
Sucre	92.90	92.95
Cendres	1.27	2.46
Rendement en raffiné	87°82	83°41

Voici encore (tableau II) quelques rendements :

Tableau II. — Rendements

	Régie	Commerce
Rendement	89.63	88.70
»	90.12	88.10
»	88.15	85
»	89.20	85.67

Ces chiffres se passent de tout commentaire [1]. Et une conséquence s'impose : il faut réglementer l'analyse des sucres, instituer l'unification de cette opération.

Nous voudrions appeler sur l'urgence de cette réforme l'attention des hommes de science qui siègent à la Chambre et au Sénat : c'est à eux surtout qu'il appartient de la proclamer. Ils le feraient d'autant plus utilement pour le bien public que, jusqu'à présent, la puissante voix des raffineurs semble avoir couvert, au Parlement, les justes doléances de la sucrerie française et de ses chimistes. Louis Olivier.

[1] *Bulletin de l'Association des Chimistes de Sucrerie*, n° de juillet 1895.

[1] A la vérité, les différences sont plus grandes sur les sucres roux que sur les blancs, mais il faut pourtant bien que le sucrier écoule son « cinquième restant », seule partie de la fabrication qui, de par les conditions de la loi de 1884, laisse quelque bénéfice.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17. *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

6e ANNÉE N° 20 30 OCTOBRE 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'ENTROPIE, SA MESURE ET SES VARIATIONS

PREMIÈRE PARTIE : MÉTHODE, LOIS FONDAMENTALES

Science, ordered knowledge.
H. Ward.

Antérieurement aux travaux du physicien allemand Clausius, il n'était question, dans les recherches relatives à la chaleur, que de température et de quantité de chaleur. Clausius a défini une troisième espèce de grandeur physique, l'*entropie* [1], dont il est fait aujourd'hui un certain usage, surtout à l'étranger, dans des théories chimiques importantes. L'entropie exprime une notion essentielle sans laquelle il n'est point possible de marquer les traits communs aux phénomènes de la chaleur et à ceux du mouvement, sans laquelle, par conséquent, il est aussi impossible de préciser que de faire bien comprendre les principes de la science de l'énergie.

La considération de l'entropie n'est pas seulement indispensable, au point de vue théorique, pour combler, dans le domaine des idées générales, une lacune aussi importante que celle qui résulterait de l'absence d'idée de force ou de travail en Mécanique. Elle est aussi nécessaire au point de vue pratique : au professeur, elle permet d'apporter l'ordre, la rigueur et en même temps la simplicité dans l'exposé des principes de la Thermodynamique et dans la démonstration de ses théorèmes; au savant, physicien ou chimiste, elle procure un outil d'un maniement plus facile que les formules usuelles, elle facilite l'application des principes de Carnot, dont l'entropie n'est, au fond, que l'expression condensée; bien plus, elle lui impose l'obligation de tenir compte de ces principes, s'il pouvait être tenté de s'y soustraire.

Cependant, ni dans les recherches de laboratoire, ni dans l'enseignement, la notion de l'entropie n'occupe la place qu'elle devrait avoir. Subordonnée, dans les exposés didactiques, au principe de l'équivalence entre la chaleur et le travail, principe qui a trait pourtant à un ordre de choses très différent, reléguée dans les fins de chapitre, elle n'est, en général, considérée que comme une fonction exclusivement mathématique, une intégrale conventionnelle, dépourvue de toute signification physique, mais qui, par le plus grand des hasards, apporte une simplification dans l'écriture des formules dont la Thermodynamique se trouve si abondamment pourvue. Aussi bien le physicien et surtout le chimiste attribuent-ils à l'entropie juste autant de valeur objective qu'à la quatrième dimension de l'espace. Quant aux lois explicites de ses variations dans les différentes catégories de phénomènes, elles sont à peine touchées, ou même considérées comme douteuses, alors que, masquées sous la forme du principe de Carnot, elles sont accueillies et appliquées sans hésitation. Enfin la fonction même de l'entropie, comme devant servir à caractériser le pur changement thermique, est généralement passée sous silence.

[1] C'est aussi la *fonction thermodynamique* de Rankine.

I. — Considérations de méthode.

L'étude sommaire que nous présentons ici, dont le germe se trouve dans notre étude antérieure sur l'œuvre de Sadi Carnot [1], a déjà été esquissée dans une note subséquente [2]; elle est une tentative pour suppléer, dans une certaine mesure, à l'insuffisance des explications courantes sur les principes de la chaleur. Nous chercherons à donner de l'entropie une définition simple, mais rigoureuse, surtout une définition qui fasse bien saisir son caractère de grandeur physique, de grandeur concrète, et qui permette de justifier le rôle essentiel qu'elle joue dans les phénomènes de tous ordres : mécaniques, physiques, électriques, chimiques, etc.

Nous nous astreindrons, pour atteindre ce but, aux règles suivantes :

Premièrement, suivre la filiation naturelle des idées et le développement logique de la connaissance en se gardant principalement d'appuyer les lois de la science pure de la chaleur sur les théories plus complexes de la Thermodynamique, science des relations entre la chaleur et le mouvement.

Secondement, appliquer strictement la méthode positive, qui interdit tout recours, dans l'explication ou l'interprétation des phénomènes, à des entités métaphysiques aussi bien qu'à des hypothèses sur la constitution de la matière et la nature intime de la chaleur.

Troisièmement, éviter de réduire, par contre, la science de la chaleur à un aride enchaînement d'équations, et proscrire autant que possible les formules mathématiques. Non seulement inutiles dans les exposés de principes, celles-ci sont même nuisibles en ce qu'elles contribuent à développer une sorte de paresse, sinon d'impuissance intellectuelle, vis-à-vis de tout ce qui n'est pas une combinaison de lettres, de chiffres et de symboles, c'est-à-dire vis-à-vis du réel.

La méthode qui nous inspirera sera cependant la méthode mathématique, parce qu'elle sera déductive, analogue à celle que l'on suit dans la Géométrie, dans la Mécanique, à celle qui ouvre au chercheur scientifique des voies nouvelles [3], et qui, dans l'enseignement, seule permet de condenser les faits et de décharger la mémoire des élèves.

Un mot sur cette méthode, qu'on est tenté parfois de rejeter quand il est question des sciences physiques, parce qu'on ne la juge applicable qu'aux seules vérités mathématiques, soi-disant tirées de la raison pure. Elle consiste à prendre pour point de départ les inductions les plus étendues, les axiomes généralissimes de Bacon, qu'on appelle axiomes en Géométrie, principes en Mécanique, et lois fondamentales dans les sciences plus complexes et d'origine plus récente. Toute science achevée, et c'est le cas de la science de la chaleur, du moins de cette partie de la science qu'on peut appeler statique thermique, ne comporte plus, en effet, de lois empiriques, provisoires ou approximatives, lois régissant des cas spéciaux et n'ayant pas d'autre portée, elle ne comporte que des lois fondamentales *qui sont celles régissant les cas les plus simples* et desquelles cependant on peut tirer par le raisonnement, en les combinant les unes aux autres, conformément aux principes de la logique, les règles applicables aux cas les plus complexes. Ce sont des lois générales, si l'on veut, non parce qu'elles s'appliqueraient à un phénomène quelconque, — elles ne s'y appliquent pas isolément considérées, — mais parce qu'elles sont d'un emploi obligatoire pour traiter un phénomène quelconque, c'est-à-dire démontrer un théorème *général*. Lois générales quant à leur utilité, elles sont particulières quant à leurs objets.

Hâtons-nous d'ajouter, pour ne pas être taxé de métaphysique, que les lois fondamentales n'ont pas, plus que les lois empiriques, un caractère de nécessité rationnelle ; comme celles-ci, elles sont tirées des faits. Ce ne sont pas des principes évidents par eux-mêmes, car l'évidence ne peut être dite que des raisonnements; ce ne sont pas davantage des intuitions que nous sortons de notre propre fonds, puisque ce sont des lois des phénomènes du monde extérieur, et que ce que nous appelons le monde extérieur, c'est tout ce qui ne vient pas de nous, échappe à notre pouvoir et limite notre activité. Ce sont donc des lois expérimentales. Souvent, il est vrai, ce ne sont que des lois théoriques, s'appliquant, comme les principes de Newton, à des cas trop simples pour se trouver réalisées dans la Nature ou être réalisables, mais même ces lois théoriques doivent comporter une vérification par l'accord des conséquences qu'on en tire avec l'observation des faits.

Ce sont, d'ailleurs, dans ces cas théoriques, comme dans les autres, des *lois* et non de pures hypothèses qui concordent avec les faits. Ces lois ont une valeur positive; ce sont des lois imposées par les faits, des lois nécessaires en ce sens que non seulement les conséquences tirées de ces lois s'accordent avec ce que nous apprend l'observation ou l'expérience, mais encore que les *conséquences logiquement tirées de la négation de ces lois sont*

[1] Voyez la *Revue* du 15 juillet 1892, t. III, p. 465 à 472.

[2] *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences (26 février 1894).

[3] Les fondateurs de la science de la chaleur, Black et Sadi Carnot ont procédé par déduction.

l'opposé des faits. Une loi nécessaire au point de vue positif n'est autre qu'une loi dont la négative, sans être inconcevable, puisqu'elle résulte d'une déduction logique, est incompatible avec les faits. Cette impossibilité de la négative est le critérium qui permet de séparer la loi de l'hypothèse.

D'autre part, on comprend qu'il existe une infinité d'énoncés généraux qui contiennent l'ensemble des faits et dont la négation est incompatible avec ces faits. Tous ces énoncés, possibles comme lois, comportent une partie commune, et c'est celle-ci qu'il faut extraire et présenter comme la loi véritable, si l'on ne veut dépasser les faits. Les faits, rien que les faits. C'est pourquoi l'on peut dire, avec le Professeur Mach, que les lois fondamentales ne sont ou ne doivent être que le mode le plus simple, le plus abrégé, le plus économique, d'exprimer les faits dans les limites de précision que comportent nos observations et nos expériences. Les lois de la Nature sont simples surtout parce que nous choisissons, parmi tous les modes possibles de les exprimer, le mode le plus simple.

Les lois fondamentales sont ou doivent être uniquement établies par induction; la méthode déductive n'exclut donc pas la méthode inductive; elle lui succède. La déduction suppose une induction préalable. Toute science, comme l'a si bien montré le grand philosophe que nous venons de citer, passe par deux phases : l'une où l'on remonte par induction des faits particuliers sans cesse accumulés aux lois fondamentales que la philosophie de la science en dégage; l'autre où l'on redescend déductivement des lois fondamentales aux théorèmes généraux qui englobent les faits particuliers observés antérieurement et des faits particuliers non encore observés. La science revient alors à son point de départ, mais en l'élargissant d'une manière illimitée. En ce qui concerne la science de la chaleur, grâce aux travaux de Sadi Carnot, Robert Mayer, Joule, William Thompson, Clausius, Helmholtz, Gibbs, Berthelot, etc., il faut considérer la période d'induction comme terminée. Les lois fondamentales sont atteintes et vérifiées; on peut même admettre qu'elles ont subi l'œuvre du temps et que leur exactitude se trouve être désormais à l'abri de toute discussion. Sans doute, il reste encore à en donner, ce que nous essaierons de faire, des énoncés à la fois simples et précis, n'empiétant pas les uns sur les autres; mais ne peut-on pas en dire autant des principes de la Mécanique?

Dans cet essai, nous ne nous préoccuperons donc point d'établir la validité des lois fondamentales de la chaleur. Nous admettrons ces lois, comme en Mécanique on admet les principes de Galilée et de Newton. A la marche historique généralement suivie, mélange confus d'induction et de déduction, nous substituerons une marche rationnelle du simple au composé. Elle seule convient à notre but, qui est de donner au lecteur scientifique au courant des faits principaux, mais peu versé dans les mathématiques, une idée d'ensemble, correcte et précise du phénomène thermique, et de faciliter à l'étudiant l'entente, entre autres, des beaux ouvrages de MM. Bertrand, Lippmann et Poincaré sur la Chaleur et la Thermodynamique.

II. — Les lois fondamentales.

Les lois fondamentales de la chaleur, considérée au point de vue statique, en dehors des conditions de sa propagation, ne sont qu'au nombre de quatre, abstraction faite de la loi de continuité qui régit tous les phénomènes physiques sans exception.

Les deux premières lois, parfois énoncées vaguement et alors admises comme évidentes par elles-mêmes, sont plus généralement passées sous silence. Elles ont trait, l'une à l'égalité de température ou équilibre thermique, l'autre au phénomène de conduction de la chaleur qui s'opère entre des corps à des températures différentes. Ces lois sont les suivantes :

1re loi fondamentale. — *Deux corps, respectivement en équilibre de température avec un troisième, sont en équilibre entre eux.*

2e loi fondamentale. — *Quand la chaleur passe, par conduction, d'un corps à un autre*[1], *par l'intermédiaire d'un troisième corps qui revient à son état initial en suivant le même cycle qu'à l'aller*[2], *l'état final de l'un des deux corps ne dépend que de l'état final de l'autre corps, et est le même que si la chaleur avait passé directement d'un corps à l'autre.*

On tirerait de ces lois la justification de la concordance des mesures faites avec des thermomètres différents, en ce qui concerne la température, — avec des calorimètres différents, en ce qui concerne la quantité de chaleur. Nous considérerons ces deux points comme acquis, et nous supposerons que la température et la quantité de chaleur répondent à des notions connues et rigoureusement définies.

Les deux autres lois sont d'origine moins ancienne; elles sont contenues implicitement dans les principes établis par Carnot. Elles n'ont pas encore conquis leur autonomie parce qu'elles se trouvent enchevêtrées dans les principes de la Thermodynamique, mais il est facile de les en dé-

[1] Ces corps étant astreints à suivre des cycles déterminés.
[2] Dans la loi de conservation du calorique due à Black, on omettait cette condition essentielle du retour par le même chemin.

gager, et si ce travail n'a pas encore été fait, c'est que l'attention des auteurs s'est portée plus sur le développement de la science que sur la critique de ses principes. *Ces deux lois régissent les échanges de chaleur qui s'opèrent entre des sources de chaleur à des températures fixes et déterminées, à l'aide de machines thermiques en rapport uniquement avec des systèmes réversibles.*

Voilà trois notions fondamentales, *réversibilité*, *sources de chaleur et machines thermiques*, bien connues, et sur lesquelles cependant il ne sera pas inutile de donner quelques explications avant d'énoncer les lois qui y ont rapport.

§ 1. — Réversibilité.

La notion de changements réversibles est due à Sadi Carnot. Est *réversible* toute transformation d'un corps, toute opération sur un système, qui peut se faire indifféremment dans les deux sens, de l'état initial à l'état final, et de l'état final à l'état initial, le corps ou le système *repassant exactement au retour par les mêmes états intermédiaires* définis par la pression, le volume, la température, etc.) *qu'à l'aller*. Un exemple simple de réversibilité est la chute d'un corps : si ce corps rencontre un obstacle parfaitement élastique, il rebondit jusqu'au point d'où il était tombé, et il possède, dans son mouvement ascensionnel, en un point quelconque, la même vitesse en valeur absolue que celle qu'il avait, au même point, dans sa chute.

Est *irréversible* toute transformation d'un corps, toute opération sur un système qui ne peut s'accomplir que dans un sens déterminé, de sorte que, pour revenir à son état initial, le corps ou le système ait à suivre nécessairement un cycle différent de celui qu'il avait suivi de l'état initial à l'état final. Parmi les transformations irréversibles, on peut citer les déformations des systèmes matériels qui comportent des frottements, des corps visqueux, les combinaisons chimiques, les courants électriques dans un conducteur, etc. Le phénomène de la conduction offre un exemple frappant d'irréversibilité, car la chaleur ne peut remonter directement d'un corps froid à un corps chaud.

Ajoutons, pour prévenir toute confusion, qu'une opération irréversible peut être entièrement composée de transformations réversibles des corps sur lesquels on opère ; c'est précisément le cas d'un phénomène de conduction entre des sources de chaleur, car les pertes et gains de chaleur de ces sources, isolément considérées, sont des transformations réversibles, bien que le phénomène de conduction, c'est-à-dire la corrélation entre ces pertes et gains, soit irréversible [1].

Parmi les transformations réversibles d'un corps de température et pression uniformes, on distingue les transformations *adiabatiques*, qui sont celles du corps enfermé dans une enceinte imperméable à la chaleur et lentement comprimé ou détendu [1], et les transformations *isothermes*, qui sont celles du corps, maintenu toujours en équilibre de température avec un milieu à température constante, et ne subissant que des variations lentes de pression et de volume.

Toutes les autres transformations réversibles, quelles qu'elles soient, peuvent, grâce à la loi de continuité, être considérées comme la limite d'une succession de transformations infiniment petites, alternativement isothermes et adiabatiques, de sorte qu'il doit suffire de connaître les lois qui régissent les transformations fondamentales, et leurs relations mutuelles, pour en déduire, par la méthode infinitésimale, les théorèmes généraux applicables à une transformation réversible quelconque.

Une propriété essentielle des changements isothermes consiste en ce que, suivant le sens de ces transformations isothermes, le corps absorbe ou cède de la chaleur au milieu.

Une propriété essentielle des transformations adiabatiques est, par contre, qu'il n'y a pas d'échange de chaleur entre le corps et le milieu, mais ce n'est pas la seule; elle ne peut suffire à définir la véritable transformation adiabatique; il faut y ajouter la condition de réversibilité. La compression brusque, le choc ne donnent pas lieu à des transformations adiabatiques au sens précis et restreint du mot, parce que ce sont des phénomènes irréversibles. Au reste, il en est de même des transformations isothermes; la constance de la température ne suffit pas pour définir une transformation isotherme, au sens où nous emploierons ce mot; il faut aussi y ajouter la condition de réversibilité.

Lorsqu'on représente l'état d'un corps, graphiquement, c'est-à-dire par un point dont les

[1] Ce serait peut-être un abus de langage de conclure de là qu'il y a deux sortes de réversibilité des transformations d'un système, la réversibilité complète, et la réversibilité par rapport au système lui-même (Poincaré, *Thermodynamique*, p. 209). Dans le second cas, la réversibilité est limitée à la transformation du système; dans le premier cas, elle s'étend aux moyens employés pour opérer la transformation, c'est-à-dire qu'elle caractérise la transformation du système total qui comprend, outre le système considéré, les *sources de chaleur*. Au lieu de parler d'une transformation réversible complète d'un système, il serait plus correct de dire une transformation opérée par *voie* réversible (et par conséquent réversible elle-même). C'est le langage que nous emploierons ici.

[1] Tous les corps, même comprimés lentement, ne sont pas susceptibles de transformations réversibles adiabatiques. Les corps visqueux, ceux dont l'élasticité est imparfaite, et dont une partie des déformations est permanente, etc., subissent même, dans ces conditions, des transformations irréversibles.

coordonnées sont proportionnelles, par exemple, au volume spécifique et à la pression du corps, les transformations *réversibles* qui viennent d'être définies sont représentées par des lignes distinctes, dites *adiabatiques* et *isothermes*. Quand nous dirons, pour abréger le langage, qu'un corps suit une isotherme A B, une adiabatique A A', nous voudrons dire que ce corps subit une transformation réversible à température constante de l'état A à l'état B, une transformation adiabatique de l'état A à l'état A'.

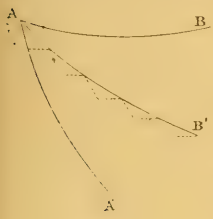


Fig. 1.

Nous venons d'expliquer qu'une transformation réversible quelconque A B', qui n'est ni isotherme ni adiabatique, peut être considérée comme la limite d'une série de transformations infiniment petites, alternativement adiabatiques et isothermes; ajoutons que la chaleur dégagée ou absorbée dans cette transformation est la limite de la somme des chaleurs dégagées ou absorbées dans les transformations isothermes élémentaires.

§ 2. — Sources de chaleur.

Une source de chaleur est constituée par tout corps de température, pression et tension électrique uniformes, de constitution chimique invariable, ou à l'état d'équilibre chimique. On suppose ce corps complètement isolé du milieu ambiant, ou en équilibre mécanique et électrique avec ce milieu. En un mot, c'est un corps à l'état complet d'équilibre intérieur et extérieur, mais, de plus, susceptible seulement de changements réversibles. On admet, d'ailleurs, que cet état d'uniformité et d'équilibre subsiste à tout instant des opérations, ce qui revient à supposer celles-ci infiniment lentes, ou les conductibilités thermiques, chimiques, etc., infiniment grandes. On attribue aux sources de chaleur une pression, une température et une tension électrique constantes, et, par conséquent, en général, une masse infinie.

Les sources de chaleur jouent, dans la science de la chaleur, le rôle que jouent les forces constantes dans la Mécanique. Ce sont des corps qui ne peuvent subir que des modifications d'ordre purement thermique, ou dont les autres modifications, si elles en subissent, sont exactement compensées sous la même forme à l'extérieur. Ce sont donc des réservoirs inépuisables d'énergie d'une seule espèce, à tension fixe; ce sont des corps dont les changements présentent, au point de vue de la chaleur, le maximum de simplicité.

L'air ambiant, la glace d'un calorimètre, sont des sources de chaleur. Le gaz enfermé dans le double cylindre de l'expérience de Hirn n'est pas une source de chaleur.

§ 3. — Machines thermiques.

Les machines thermiques sont des corps qui ne sont pas assujettis, comme les sources, à la condition d'être dans un état d'équilibre, quoiqu'ils puissent s'y trouver; ce sont des corps qui peuvent subir toute espèce de transformation, réversible ou irréversible. Trois conditions seulement les définissent, et ne caractérisent que leur fonctionnement. La première est que ces corps n'échangent de chaleur qu'avec les sources; la seconde est qu'ils soient revenus exactement à leur état initial quand l'opération accomplie sur les sources de chaleur est terminée. La troisième est qu'ils ne se trouvent extérieurement en rapport qu'avec des systèmes mécaniques ou autres ne comprenant que des changements réversibles. De la sorte, les changements survenus et définitifs se trouvent localisés, et dans les sources et dans le milieu ou ces systèmes extérieurs. Les premiers de ces changements, en raison des conditions imposées aux sources de chaleur, se réduisent, abstraction faite des changements compensés directement, à des pertes et des gains de chaleur. Les seconds consistent en travaux accomplis grâce aux variations de volume sous pressions variées, ou en toute autre espèce d'énergie potentielle dépensée ou créée.

Nous n'aurons pas ici à nous préoccuper de ces changements extérieurs. Ceux-ci font l'objet de la Thermodynamique, ou de l'Énergétique, et les lois de la chaleur ne peuvent concerner que les relations mutuelles des changements calorifiques survenus dans les sources.

De tels corps, revenant à leur état initial après avoir emprunté ou cédé de la chaleur aux sources, ont été appelés machines thermiques, parce qu'ils sont susceptibles d'accomplir du travail en utilisant directement la force motrice de la chaleur. Mais le seul fait que ces corps servent à opérer des échanges de chaleur entre les sources, sans subir eux-mêmes de changements permanents, suffit à justifier l'emploi du mot *machine*, indépendamment de ce qui peut se passer à l'extérieur, et quand bien même la chaleur ne développerait aucune force motrice.

La machine à vapeur ordinaire peut servir à donner une idée de ce que sont les machines thermiques; le corps qui, dans la machine à vapeur, joue très sensiblement le rôle d'une machine thermique, est l'eau passant par la chaudière et les cylindres, et que le conducteur ou l'atmosphère

ramène à son état initial. Les sources sont, d'une part, les composés gazeux à haute température contenus dans le foyer et les tubes, et provenant de la combustion du charbon ; d'autre part, l'air, le condenseur et les organes de la machine qui concourent au refroidissement de la vapeur et de l'eau condensée.

Parmi les machines thermiques, il convient de signaler les machines réversibles, c'est-à-dire celles à l'état complet d'équilibre intérieur et extérieur et qui, comme les sources, ne sont susceptibles que de transformations réversibles. Les opérations faites avec ces machines ne sont cependant pas nécessairement réversibles ; elles sont irréversibles s'il existe des écarts finis de température entre la machine et toute source à laquelle elle emprunte ou cède de la chaleur.

Les machines thermiques réversibles sont des machines toutes théoriques, comme le sont d'ailleurs les types de machines étudiés dans la Mécanique rationnelle. Leur fonctionnement réversible est aussi tout théorique. Mais quoique, en Mécanique, et par suite des habitudes acquises, la réversibilité du fonctionnement d'une machine soit une chose admise sans hésitation, il n'en est pas de même dans le cas des machines thermiques, et il est peut-être utile de rappeler ici les explications usuelles sur ce point. Nous y trouverons d'ailleurs l'occasion d'énoncer les deux dernières des lois fondamentales de la chaleur.

Soit le cas le plus simple de deux sources, et d'une machine qui n'absorbe ou ne dégage de chaleur qu'à température constante.

La machine est d'abord mise, à l'état A, en contact avec la source chaude à une température T, supérieure à celle de la machine. Puis on opère la détente de la machine de manière à maintenir la température constante au fur et à mesure que la machine absorbe, par conduction, la chaleur empruntée à la source. La machine suit donc l'isotherme AB (fig. 2), et emprunte finalement une quantité de chaleur égale à q. On l'isole ensuite de la source, par voie adiabatique, et l'on continue la détente, de manière (ligne BB') à abaisser la température, sans toutefois que celle-ci devienne égale à la température de la source froide. On amène alors la machine en contact avec cette source, puis l'on exerce une compression graduelle en maintenant la température constante au fur et à mesure que la machine cède de la chaleur à la source froide. On arrête l'opération à un moment convenablement choisi, de manière à pouvoir faire revenir la machine à l'état A, en l'isolant de la source froide et continuant la compression par voie adiabatique.

Fig. 2.

Ainsi, après avoir, dans son contact avec la source froide, suivi l'isotherme B'A', la machine suit l'adiabatique A'A, et a, en définitive, accompli le cycle fermé réversible A BB' A'. En suivant ce cycle, qui la ramène à son état initial, la machine a emprunté à la source chaude une chaleur q, et cédé à la source froide une chaleur q'.

Voilà un exemple simple d'opération irréversible, accompli sur un système de sources par une machine thermique réversible. Or, quelle que soit la nature de la machine, l'expérience prouve qu'on ne peut la ramener à son état initial qu'à la condition de céder de la chaleur à la source froide si l'on a emprunté de la chaleur à la source chaude.

Pour concevoir l'opération toute théorique d'échange *réversible* de chaleur entre des sources, il faut examiner ce qui se passe quand on n'établit, entre la machine et les sources, que de très faibles écarts de température. Ayant accompli la première opération ABB'A', il est possible d'accomplir une opération presque semblable, mais de sens opposé, en abaissant par voie adiabatique la température de la machine jusqu'à ce qu'elle soit légèrement inférieure à celle de la source froide ; puis, après que la machine a emprunté à la source la chaleur q'_1, égale à q' ou peu différente de q', on relève sa température jusqu'à ce qu'elle soit légèrement supérieure à celle de la source chaude, et alors la machine revient à son état initial en cédant à cette source une certaine quantité de chaleur q_1, peu différente de q. Si l'on rend les écarts de température de plus en plus petits, et si l'on fait tendre les quantités q', q'_1, etc. vers une limite commune Q', les quantités q, q'_1, etc. auront une limite Q, en vertu de la loi de continuité des phénomènes physiques. Ces quantités, mathématiquement définies, Q et Q', peuvent donc être considérées comme la limite commune des résultats dus à des opérations de sens inverse, et l'on peut abréger le langage et les raisonnements, en les considérant elles-mêmes comme le résultat d'un échange *réversible* de chaleur, opération fictive[1] accomplie à l'aide d'une machine thermique fonctionnant aux températures mêmes des sources. Le cycle suivi dans ces conditions et formé de deux isothermes et de deux adiabatiques est dit *cycle de Carnot*, et l'on remarquera que, comme conséquence de ce qui a lieu dans le cas du cycle suivi par voie irréversible, les

[1] C'est, en Mécanique, ce qu'on appellerait une opération virtuelle.

quantités de chaleur empruntées aux deux sources sont de signe contraire.

Ainsi donc, deux sources à des températures différentes sont nécessaires au fonctionnement réversible d'une machine thermique, et, si l'une des sources absorbe de la chaleur, il faut que l'autre en perde. C'est là le premier des principes posés par Carnot, et c'est ce principe qui, étendu à un nombre quelconque de sources, et à une combinaison quelconque d'opérations réversibles sur ces sources, devient, pour nous, la troisième des lois fondamentales de la chaleur, que l'on peut énoncer sous une forme générale comme il suit :

Troisième loi fondamentale. — *Dans toute opération réversible, accomplie sur des sources de chaleur à l'aide de machines thermiques, on ne peut enlever* (ou céder) *de la chaleur à une source sans céder* (ou enlever) *de la chaleur à une autre source.*

Il faut donc, ou bien que toutes les sources soient à la fois revenues à leur état initial, ce que l'on peut réaliser, ou bien qu'au moins deux des sources aient subi des changements et que ces changements soient de sens contraire. En particulier, toutes les sources ne peuvent, à la fois, avoir gagné ou perdu de la chaleur. De même, dans un système matériel en équilibre, un travail positif ne peut être virtuellement accompli en un point qu'au prix d'un travail négatif en un autre point.

C'est pourquoi, dans un cycle Carnot, qu'il soit accompli, d'ailleurs, par voie réversible ou irréversible, il y a nécessairement perte et gain de chaleur. Ce principe, admis d'ordinaire sans réflexion, n'est pas, cependant, plus évident que ne l'est, en Mécanique, le principe de l'égalité de l'action et de la réaction. Il ne s'impose que parce que l'on ne peut le nier sans se mettre en contradiction avec les faits observés. Géométriquement, il se traduit par cette propriété des lignes adiabatiques de ne jamais se couper.

On peut aussi lui donner, en se plaçant à un autre point de vue, un énoncé qui conduit tout naturellement à la quatrième et dernière des lois fondamentales de la chaleur. En effet, enlever de la chaleur à une source par une machine thermique, sans en rendre à une autre, c'est détruire de la chaleur, et la loi sur la réversibilité montre que, par voie réversible, on ne peut pas plus détruire intégralement la chaleur empruntée à une source qu'on ne peut céder de la chaleur à une source sans en avoir emprunté, au moins une partie, à une autre source. Il y a là une autre double impossibilité.

Dans le cas des phénomènes irréversibles, il n'en est pas de même. Si la première de ces impossibilités subsiste, la seconde n'a plus lieu. Il est possible de créer de la chaleur de toutes pièces, par exemple au moyen du choc, du frottement, d'une compression brusque, de la combustion, etc. Mais, de plus, et c'est là ce qui caractérise les phénomènes irréversibles, du moins ceux que nous avons observés jusqu'à ce jour, non seulement cela est possible, mais cela est même inévitable, étant bien entendu que les corps soumis au choc, au frottement, etc., reviennent à leur état initial. Dans ce cas, la source unique avec laquelle les corps considérés échangent de la chaleur ne peut revenir à son état initial ; finalement elle ne peut avoir perdu de chaleur ; de toute nécessité elle en a gagné. Dans les conditions en question, on peut donc dire que l'irréversibilité se manifeste toujours par un dégagement de chaleur.

Sans doute, si l'on opère sur plusieurs sources, quelques-unes d'entre elles, parmi celles qui ne sont pas revenues à leur état initial, peuvent avoir perdu de la chaleur. Mais il faut qu'au moins les autres aient gagné de la chaleur. D'ailleurs, si toutes ne peuvent, à la fois, avoir perdu de la chaleur, toutes peuvent en avoir gagné, ce qui ne saurait avoir lieu dans les opérations réversibles.

On est donc conduit, en fin de compte, à énoncer la loi suivante qui englobe ces différents cas :

Quatrième loi fondamentale. — *Dans toute opération irréversible, accomplie sur des sources de chaleur à l'aide de machines thermiques, l'une des sources, au moins, a gagné de la chaleur*[1].

Cette loi, admise implicitement par Sadi Carnot pour le cas des phénomènes de conduction, étendue dans les formules de Clausius à tous les cas

[1]. Je dois cette forme d'énoncé, très voisine, d'ailleurs, de la forme du principe du travail maximum de M. Berthelot, à M. le commandant du génie Ariès. M. Ariès enferme les deux dernières lois fondamentales de la chaleur dans un énoncé commun, en disant que, dans une opération quelconque, réversible ou irréversible, toutes les sources ne peuvent, à la fois, avoir perdu de la chaleur. On déduit facilement de cet énoncé la loi sur la réversibilité, et la théorie se trouve simplifiée dans une certaine mesure. Je préfère cependant séparer les deux lois, parce qu'elles n'ont pas le même caractère. L'une, la loi sur la réversibilité, est spéciale à la chaleur ; elle ne saurait être subordonnée à la loi sur l'irréversibilité, qui a une tout autre portée. Celle-ci devrait, en toute rigueur, être considérée plutôt comme une définition des phénomènes dits irréversibles que comme une loi.

C'est que la définition usuelle des phénomènes irréversibles est purement négative. Rien ne prouve que les phénomènes, considérés comme irréversibles, ne puissent, un jour, être reconnus réversibles. Alors l'irréversibilité ne saurait plus fournir de caractère distinctif aux phénomènes.

J'aurais pu me placer dans cet ordre d'idées qu'impose presque la théorie de l'énergie et présenter la théorie de la chaleur sous sa forme la plus générale en distinguant trois classes de phénomènes : ceux qui satisfont à la condition exprimée par la troisième loi fondamentale, ceux qui s'accomplissent avec dégagement de chaleur et ceux, non encore observés, qui s'accomplissent avec absorption de chaleur. Si je n'ai pas suivi cette voie plus large, c'est que je n'ai pas voulu, en dépassant les faits, m'écarter des vues habituelles et prêter au reproche d'introduire, dans la physique, l'esprit de la géométrie non euclidienne.

d'irréversibilité, énoncée explicitement, quoique sous une forme imparfaite, par M. Berthelot, pour le cas de l'irréversibilité due aux actions chimiques, cette loi est absolument générale et vraie de tous les genres de phénomènes non réversibles. Elle est surtout connue par ses corollaires de Thermodynamique : maximum de rendement des machines thermiques, théorème de Clausius sur la fonction $\int \frac{dQ}{T}$, etc. Son exactitude n'est donc pas douteuse, mais il était indispensable, pour le but que nous poursuivons, de la dégager de toute considération sur le travail ou la force motrice de la chaleur.

§ 4. — **Conclusion sur les lois fondamentales.**

En résumé, toute la science de la chaleur repose sur les quatre lois suivantes, savoir :

1° *Loi sur l'équilibre*, qui remonte aux temps les plus anciens de la science moderne;

2° *Loi sur la conduction*, qui a pour bases les spéculations et les expériences de Black;

3° *Loi sur la réversibilité*, due à Sadi Carnot;

4° *Loi sur l'irréversibilité*, à laquelle il faut surtout rattacher les noms de Clausius et de W. Thomson.

Aucune de ces lois ne peut être démontrée, c'est-à-dire ramenée à une loi plus simple : ce sont des lois fondamentales. Mais, tandis que les deux premières, qui ont rapport à des corps quelconques, se trouvent directement vérifiées par le fait de la possibilité des mesures thermométriques et calorimétriques, les deux autres, qui ont uniquement pour objets les « sources de chaleur », ne sont pas, dans beaucoup de cas, directement vérifiables, en raison des difficultés pratiques d'expérimentation. En réalité, elles n'ont jamais été directement vérifiées, et la preuve, d'ailleurs parfaitement suffisante, de leur exactitude réside dans l'exactitude de leurs corollaires propres, c'est-à-dire de ceux qui sont logiquement incompatibles avec la négation de ces lois.

Les deux lois sur la réversibilité et l'irréversibilité conduisent immédiatement à un premier corollaire concernant les propriétés du cycle de Carnot. Si, dans l'opération réversible, Q est la quantité de chaleur empruntée à la source chaude à la température T, et Q' la quantité de chaleur cédée à la source froide à la température T', le rapport $\frac{Q}{Q'}$ ne dépend que des températures T et T', mais nullement de la nature du corps qui sert de machine thermique : car, s'il en était autrement, et si, avec une seconde machine thermique constituée par un corps différent, on pouvait, en empruntant à la source chaude la chaleur Q, transmettre à la source froide une chaleur Q'_1 différente de Q', il serait possible, en se servant successivement des deux machines thermiques travaillant en sens opposé, d'enlever ou de céder à la source froide la chaleur $Q_1 - Q'_1$, sans rien céder ou enlever à la source chaude, ce qui serait contraire à la première loi. De plus, le rapport constant $\frac{Q}{Q'}$ que Sadi Carnot supposait à tort égal à l'unité, est supérieur à l'unité : car, après avoir emprunté la chaleur Q' à la source froide et avoir cédé à la source chaude la chaleur Q, on peut ramener cette dernière source à son état initial en laissant la chaleur Q reçue par cette source s'écouler directement sur la source froide qui, en définitive, se trouve avoir gagné la chaleur Q — Q', et il faut que cette quantité soit positive, d'après la deuxième loi.

La loi sur la réversibilité comporte aussi un second corollaire sur lequel, ainsi qu'on le verra, repose la possibilité de définir l'entropie. On sait que, si un phénomène de conduction s'accomplit entre une source S et une source plus froide S', et que, si la source S' est ramenée à son état initial à l'aide d'un second phénomène de conduction accompli entre cette source S' et une source S'' encore plus froide, le changement subi par cette source S'' sera le même que si la conduction s'était directement opérée entre la source S et la source S''. Or ce *principe des trois sources*, qui est l'un des corollaires de la seconde loi fondamentale de la chaleur, et qui conduit à la notion précise de la quantité de chaleur, est aussi vrai des opérations réversibles. En effet, après qu'une première opération réversible a été accomplie sur les sources S et S', l'une S perdant la chaleur Q, l'autre S' gagnant la chaleur Q', et qu'une seconde opération réversible a été accomplie sur les sources S' et S'', opération par laquelle la source S' revient à son état initial, et la source S'' gagne une quantité de chaleur Q'', on peut, par une troisième opération réversible, ramener la source S'' à son état initial, et il faut alors, d'après la loi sur la réversibilité, que la source S revienne aussi à son état initial, c'est-à-dire regagne la chaleur Q qu'elle avait perdue dans la première des opérations. Ainsi donc la chaleur Q'' gagnée par la source S'' à la suite des deux premières opérations est la même que si l'on avait directement emprunté la chaleur Q à la source S, sans passer par l'intermédiaire de la source S'. L'état final de la source S'' ne dépend, d'une manière générale que de l'état final de la source S, et nullement des intermédiaires. Voilà pour le dernier des corollaires que nous avions en vue.

Ayant établi, sans invoquer aucun principe étranger à la science de la chaleur, les propriétés du cycle de Carnot, à savoir que le rapport $\frac{Q}{Q'}$

LIBRARY

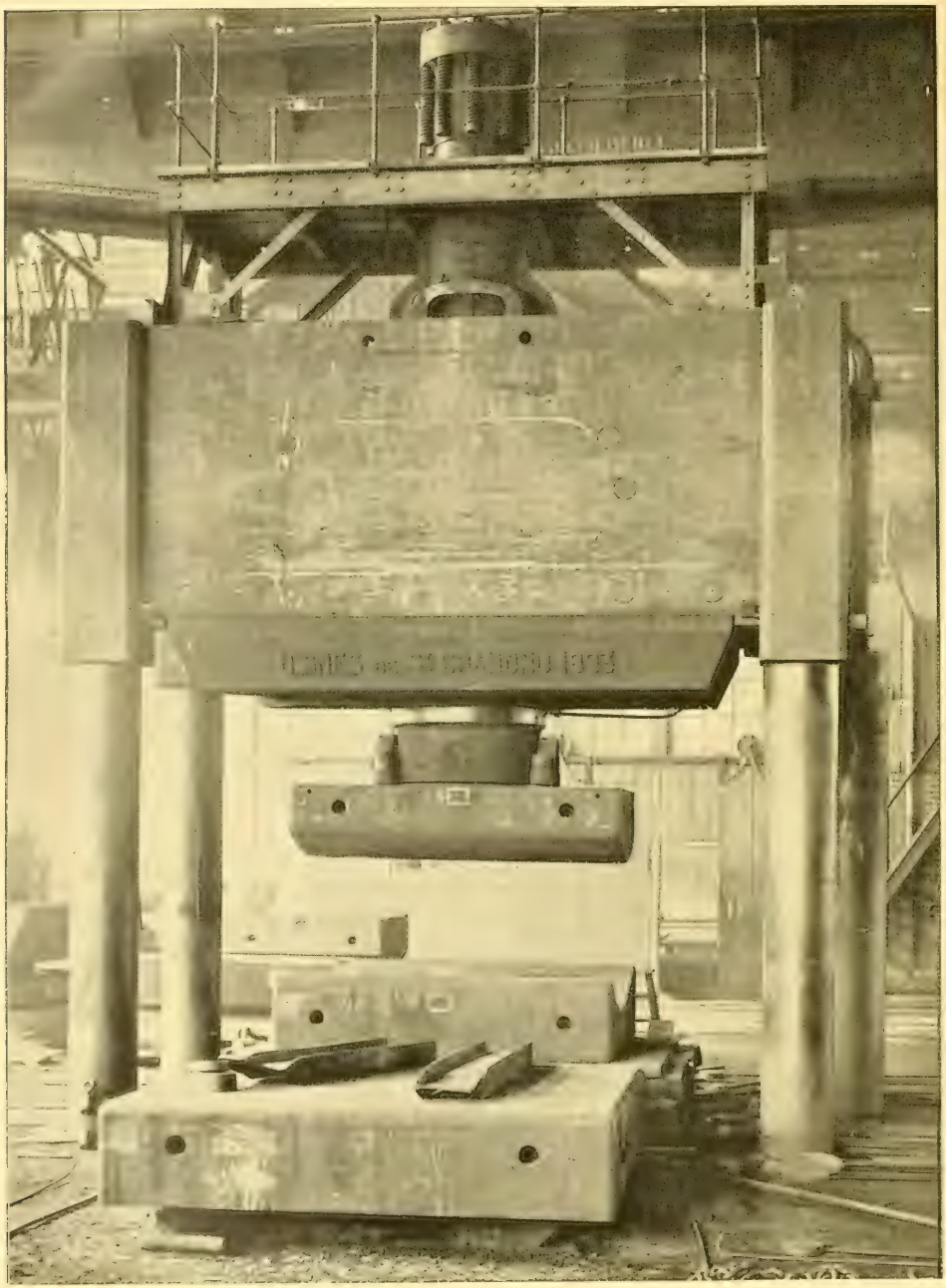


Fig. 1. — *Presse Davy à gabarier (Puissance : 3,500 tonnes) des Aciéries de Saint-Chamond.* — Cette presse donne à chaud et sous pression (*gabariage*) la forme que doivent avoir les plaques de blindage. Deux étampes (formes) sont employées à cet effet. Comme le montre cette photographie, l'une repose sur la *chabotte* (table) de la presse, l'autre est attachée à la traverse horizontale sur laquelle presse le piston. L'étampe supérieure fait fléchir la plaque d'acier et lui fait épouser la forme de l'étampe inférieure. Dans le cas présent, les étampes figurées ici servent à gabarier les plaques de petites tourelles, tourelles servant à loger des canons de 14 centimètres.) Suivant la forme à donner au blindage, les étampes varient. Il n'y a cependant qu'un petit nombre d'étampes, de sorte que dans bien des cas on modifie la forme du blindage en intercalant entre lui et l'étampe de larges *tas*, sortes de tables rectangulaires sur lesquelles on fixe dans les sections convenables une ou plusieurs palettes.

ne dépend que des températures et est supérieur à l'unité, nous avons terminé avec la partie technique de notre travail, avec les questions de fait; nous pouvons aborder maintenant son objet principal : la définition et les lois de l'entropie. Ce n'est plus qu'affaire de raisonnement.

Dans un prochain article, où nous étudierons l'application de ces lois, nous nous attacherons spécialement à la définition physique et à la mesure de l'entropie.

G. Mouret,
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.

ÉTAT ACTUEL DU TRAVAIL DU FER ET DE L'ACIER [1]

DEUXIÈME PARTIE : PRODUITS DE FORGE. — CONDITIONS GÉOGRAPHIQUES ET ÉCONOMIQUES DE LA PRODUCTION

Nous avons, jusqu'ici, décrit le matériel et les procédés généraux en usage dans les forges actuelles; nous avons étudié à part, dans des chapitres différents, ce qui se rapporte au forgeage, au laminage et aux procédés subséquents.

Maintenant que nous connaissons les principaux éléments des opérations de la forge, nous passerons en revue chacun des produits en usage soit dans les constructions navales, soit dans l'artillerie, soit dans les chemins de fer, soit dans les industries diverses, en indiquant brièvement la marche que l'on suit actuellement pour les fabriquer.

Nous étudierons ensuite les conditions géographiques et économiques de l'industrie du forgeage et du laminage.

I. — Produits de forge.

Les produits de forge comprennent : blindages, tôles, arbres, canons, obus, rails, bandages, essieux et centres à rais.

§ 1. — Blindages.

Autrefois tous les blindages étaient en fer et étaient obtenus par laminage de paquets : leur épaisseur ne dépassait pas alors $0^{m},25$. Le développement qu'a pris la fabrication de l'acier coulé Siemens ainsi que la puissance, toujours croissante, des engins de transformation, ont permis l'emploi de l'acier à tous ses degrés de dureté. Toutefois les plaques en fer laminé sont encore employées pour les calottes des coupoles terrestres, dans lesquelles les trous d'embrasures sont obtenus le plus souvent par un simple emboutissage.

Les plaques de pont, d'une épaisseur de 30 à $100^{m}/^{m}$, sont exposées au tir plongeant et doivent pouvoir s'emboutir sans déchirure. Elles sont, par conséquent, en acier de nuance extra-douce à 0,10 °/₀ de carbone. Les lingots qui leur donnent naissance sont laminés au jaune orange avec un corroyage de 7 à 8, c'est-à-dire que le rapport entre la section moyenne du lingot coulé et celle de la plaque laminée est de 7 à 8. Les plaques sont recuites avant trempe à 900°, trempées deux fois à l'eau à 1000°, gabariées à 800° et recuites définitivement à 600°.

Le *gabariage* est l'opération de presse qui a pour but de donner aux plaques, plus généralement aux pièces d'acier, la forme définitive qu'elles doivent offrir. Les presses employées à cet effet diffèrent peu de celles que nous avons décrites à propos du forgeage [1]. La planche I ci-contre représente l'un de ces puissants engins : la presse Davy, aux Aciéries de Saint-Chamond. Sa traverse horizontale, sur laquelle presse le piston, porte à sa partie inférieure une *étampe* destinée à faire fléchir la plaque à gabarier, et à lui faire épouser sa forme. Au-dessous de la plaque à gabarier se trouve une autre *étampe*, reposant sur la chabotte de la presse. Ce sont ces deux étampes et leurs pièces annexes qui donnent à la plaque sa forme définitive. Cette opération est exécutée à 800°.

L'obligation du recuit après gabariage est une grosse difficulté : car, si l'on dépasse une certaine température nécessaire pour supprimer les tensions du métal, la plaque se déforme et doit être gabariée à nouveau.

Les plaques de tourelles et de ceinture qui doivent résister aux coups directs et ne pas se laisser traverser, tout en conservant assez de malléabilité à l'arrière pour qu'il ne se produise pas de fentes, ont une épaisseur bien plus considérable que les précédentes et qui atteint $500^{m}/^{m}$. Elles étaient fabriquées jusqu'ici surtout en métal Compound soit d'après le procédé de Wilson, qui coulait l'acier liquide sur un sommier en fer porté au rouge, soit d'après le système Ellis, dans lequel la couverte en acier était formée de deux parties, l'une en acier très dur, l'autre constituée par de

[1] Voyez, pour la première partie : *Revue générale des Sciences*, tome VI, pages 870 à 886 (n° du 15 octobre 1895).

[1] Voyez *Revue générale des Sciences*, t. VI, p. 873 (numéro du 15 octobre 1895).

l'acier liquide qui servait à souder les deux plaques. Dans l'un et dans l'autre cas, l'ensemble, une fois soudé, d'avant et d'arrière, fer et acier très dur, formait une sorte de lingot qui était recuit à 1000°, puis, soit laminé, soit de préférence forgé à 1000°; la plaque était gabariée à 1000° et recuite à 700°. Seul parmi toutes les usines françaises, le Creusot obtenait des résultats analogues à ceux des plaques Compound avec des plaques en acier homogène, mais de qualité spéciale. En présence des progrès incessants auxquels on est arrivé dans le domaine de l'artillerie, il fallut augmenter dans les plaques la résistance à la pénétration, et l'on y parvient maintenant, tantôt en cémentant l'une des faces des plaques en acier homogène (d'après le procédé Harvey), tantôt en forgeant des lingots d'acier cémentés eux-mêmes pendant la coulée, d'après un procédé récemment décrit ici-même [1]. Quelle que soit la méthode suivie pour obtenir une plaque cémentée, celle-ci doit être recuite avant trempe à 950°, gabariée, trempée à l'eau vers 800 à 900°, soit par immersion, soit par aspersion, et enfin recuite à 600 ou 700°, réchauffage dont on profite pour les retouches. Le corroyage exigé par la Marine pour ces plaques épaisses est d'au moins 4.

Ajoutons maintenant que les plaques sont presque toujours trempées verticalement, par aspersion. Les plaques minces sont chauffées horizontalement, puis saisies par deux trous pratiqués sur un des bords dans la rognure latérale; les plaques épaisses sont chauffées verticalement dans un four à sole mobile et enlevées avec un palonnier à 4 branches. Dans une bâche verticale, on a la facilité de renouveler constamment l'eau à la surface du métal et de pouvoir augmenter la quantité de liquide au centre des plaques, puisque les bords se refroidissent beaucoup plus vite.

En France, la fabrication des blindages se répartit entre cinq grandes usines : le Creusot, Saint-Chamond, Rive-de-Gier, Montluçon et Saint-Étienne. Cette dernière usine ne peut d'ailleurs livrer, avec son outillage, que des plaques minces.

§ 2. — Tôles.

Les tôles de fer sont encore couramment employées dans la construction des chaudières; car, si les tôles d'acier coûtent moins cher à égalité de résistance, leur préparation demande beaucoup plus de précautions. Néanmoins la Marine a adopté exclusivement l'acier, aussi bien pour la construction des coques que pour celle des chaudières. Il s'agit alors de chaudières de grands diamètres ou à très hautes pressions, et les tôles de fer seraient tellement épaisses que le travail de rivetage laisserait à désirer. La plupart des grandes forges françaises fabriquent des tôles en fer ou en acier, mais on doit citer en première ligne les Aciéries de Saint-Étienne, dont l'installation de tôlerie passe à juste raison pour un modèle.

Un corroyage suffisant est une condition essentielle pour que les tôles en acier aient les qualités voulues; il faut que le lingot à laminer ne soit pas trop plat. On comprend dès lors toute l'importance pour une usine d'avoir à sa disposition des laminoirs où les cylindres aient une grande levée (600 $^{m}/^{m}$). Mais on est conduit, dans ce cas, à renoncer aux releveurs et à adopter le mouvement réversible. Le plus souvent l'insuffisance de levée oblige à dégrossir le métal et à marteler des brames qui sont ensuite laminées. Le travail à chaud des tôles en acier ne doit jamais se terminer au-dessous du rouge, car la température de 350 à 400° donne au métal un état rouverain qui l'expose à la rupture sous le moindre effort. Après dressage au maillet de bois et planage, les tôles sont cisaillées, puis soigneusement recuites.

La fabrication de tôles durcies en acier chromé, destinées à servir d'écrans contre le tir au fusil, se développe de plus en plus dans la Loire et dans le Centre. Enfin les tôles en acier doux, étamées, tendent à remplacer le fer-blanc en fer, et bien des usines françaises complètent l'opération de l'étamage en décorant, par impression de couleurs, ces tôles, dont on fait un si grand usage pour les conserves.

§ 3. — Arbres.

L'acier s'est également substitué au fer dans la construction des arbres droits et coudés ainsi que dans celle des autres pièces de machines, telles que bielles, manivelles, chapes, pièces de gouvernail, tiges de piston, etc. Les tiges de pilon elles-mêmes, soumises à des chocs successifs, se font en acier forgé. Toutes ces pièces qui travaillent soit à la compression, soit à la compression et à la torsion, s'emploient souvent à l'état creux après forgeage, ce qui a le grand avantage de les débarrasser des parties centrales qui peuvent ne pas être d'une homogénéité aussi parfaite que le pourtour.

Les lingots servant à la fabrication des gros arbres de marine ont quelquefois des poids très considérables : 50 à 60 tonnes. Ils sont ébauchés à la presse, sur les pannes droites, en *octogones* de 600 à 300 $^{m}/^{m}$, puis *étampés* à la presse ou au pilon et, pendant ce travail, absolument nettoyés des oxydes par aspersion d'eau. L'arbre, une fois obtenu, subit un bon recuit et parfois même une trempe, soit à l'eau, soit à l'huile, suivie d'un recuit.

La fabrication des arbres coudés demande cer-

[1] Voyez à ce sujet l'article de M. Gay dans la *Revue* du 30 septembre dernier.

tains tours de main dans le détail desquels il nous est impossible d'entrer. Nous dirons seulement que, lorsqu'il s'agit d'obtenir plusieurs coudes, qui ne sont pas dès lors dans le même plan, on peut le faire par *maillage*, c'est-à-dire par torsion de la pièce, ou *directement*, en se ménageant suffisamment de matière autour de l'axe pour pouvoir découper les différents coudes.

Les forgerons de la Loire ont acquis dans ces travaux une juste réputation, et l'on peut dire que c'est cette main-d'œuvre habile qui retient encore dans la région une industrie qui, pour tant de raisons économiques, tend à se déplacer et à se porter du côté du nord et de l'est de la France.

§ 4. — Canons.

Depuis 1873, époque à laquelle l'artillerie française a adopté l'acier pour la fabrication de ses bouches à feu, toutes les grandes aciéries françaises fournissent à l'État les éléments de canons, tels que tubes et frettes, qui sont usinés ensuite à Bourges et à Ruelle. Nous citerons, parmi ces usines, le Creusot, Saint-Chamond, Marrel, Saint-Étienne, Firminy, Saint-Jacques, Unieux et Pamiers. Le métal à canons doit avoir, à la rupture et au choc, une résistance assez considérable pour supporter l'action des gaz de la poudre ; un allongement suffisamment grand pour indiquer la fatigue de la pièce ; une limite d'élasticité assez élevée pour ne pas nuire à la justesse de l'arme.

Les éléments de canons, tels que tubes, corps, viroles, etc., se font en acier mi-doux fondu, forgé et trempé, du moins dans les cas ordinaires ; car, depuis l'emploi des nouveaux projectiles à explosifs, il y a lieu de rechercher maintenant des aciers de qualité toute spéciale. Le poids du métal à utiliser par lingot ne dépasse pas 60 °/₀ et le corroyage est de 4. La section horizontale des lingots affecte une forme polygonale à côtés légèrement concaves, ce qui permet au retrait de l'acier de s'effectuer sans provoquer, sur les angles, des amorces de fissures. Du reste, avant le forgeage, on a soin d'enlever par *burinage* les criques extérieures qui peuvent exister. Le forgeage comprend l'ébauchage et l'étampage. Les pièces sont recuites avant trempe, tournées extérieurement, forées, trempées à l'huile ou à l'eau à 70° et recuites après trempe. Des rondelles sont détachées à l'avant et à l'arrière après les différentes opérations et fournissent des barreaux au contrôle.

L'artillerie de terre, pour ses canons de 240 millimètres, 270 millimètres et 320 millimètres, et l'artillerie de marine, pour tous ses canons, emploient des frettes en acier fondu, forgé et trempé de qualité analogue à celle des tubes. Le lingot, forgé à huit faces, est tranché à chaud en tronçons égaux : chacun d'eux, destiné à une frette cylindrique, est percé à froid d'un trou central, puis mandriné à chaud, bigorné et laminé au laminoir à bandages. S'il s'agit de fabriquer une frette à tourillons, on prépare, dans le lingot ébauché, l'un des tourillons ; on sépare la frette du lingot ; on ébauche le second tourillon et on pratique à froid, dans le centre du bloc, une saignée d'une certaine longueur dans laquelle on passe une série de mandrins d'abord allongés, puis ronds, qui amènent la frette à la forme voulue. Les autres opérations se poursuivent comme pour les tubes.

Les frettes en acier puddlé sont encore employées par l'artillerie de terre pour les pièces de petit calibre. Les paquets, chauffés au blanc soudant, sont transformés en barres de section trapézoïdale dont les deux bases sont dans le rapport des rayons extérieur et intérieur de l'enroulage qu'on veut obtenir. L'enroulement se fait immédiatement sur un mandrin tronconique, placé à la suite du laminoir. Les diverses spires sont ensuite soudées au pilon dans une matrice ; enfin les blocs obtenus sont laminés ou forgés suivant que la frette est cylindrique ou à tourillons. Les frettes sont *recuites* au rouge cerise clair et trempées dans de l'eau à 70°.

§ 5. — Obus.

Pour pénétrer dans les blindages en acier et les traverser, les projectiles en fonte trempée ne suffisent plus. Il faut avoir à sa disposition des obus en acier très dur, forgés et trempés.

L'usine Holtzer, d'Unieux, entreprit, la première, la fabrication des obus en acier chromé. Elle fut bientôt suivie par Firminy, Saint-Chamond, Saint-Étienne, Marrel et Montluçon. Depuis quelques années, d'autres usines de moindre importance, telles que Claudinon et Pamiers, ont également reçu des commandes de la Guerre et de la Marine, et tous ces établissements rivalisent de soin et de patience afin d'arriver à produire des projectiles à peu près parfaits. Les lingots, coulés soit en acier au creuset, soit en acier Siemens, sont livrés chauds à la forge. Leur ébauchage se fait en deux ou trois chaudes, à des températures progressives à partir de 800° ; puis on étire, à l'arrière du lingot, une queue d'amarrage, ou, préférablement, on y pratique un trou carré dans lequel on introduira une tige en acier remplissant le même but.

L'étampage s'opère en matrices fermées affectant en creux la demi-forme du projectile avec des dégagements à la pointe et au culot pour le métal en excès. Ce travail s'effectue en une ou quatre chaudes d'après le calibre. Lorsque les projectiles sont arrivés à la dimension demandée, on les porte dans un four chaud à la température de 900°, que l'on maintient pendant 6 heures.

Ce recuit, qui détruit les tensions créées par le forgeage, est suivi d'un refroidissement lent. Les obus sont ensuite tournés, forés et subissent deux trempes : 1° une trempe totale, soit dans le plomb fondu, soit dans l'huile ; 2° une trempe partielle de l'ogive à l'eau. Voici comment s'effectue cette dernière opération : après la première trempe, les projectiles sont retirés du bain au rouge sombre et refroidis dans le fraisil ; l'ogive est polie et recouverte d'un chapeau afin de ménager le chauffage de la pointe ; on les place dans un four disposé pour ne chauffer que l'ogive, un jet de vapeur, placé à l'intérieur, permettant de régler la hauteur à chauffer. Quand la température du rouge cerise franc est atteinte, on dispose les obus verticalement sur un jet de vapeur et on les coiffe d'un appareil distributeur d'eau qui refroidit l'ogive en commençant par la partie la plus épaisse. Dans quelques usines, les opérations se terminent par un recuit de la partie cylindrique arrière ou même par une trempe partielle au plomb de cette portion de l'obus.

§ 6. — Rails.

Les rails, qui constituent, au point de vue du tonnage, l'article le plus important du matériel des chemins de fer, sont maintenant fabriqués en acier ; le fer n'a pu soutenir la concurrence et a été complètement abandonné depuis 1885. Cette substitution était d'autant mieux indiquée que l'on est très exigeant sur les conditions de résistance d'un bon rail, aujourd'hui que l'on marche à grande vitesse et que l'on fait usage des freins instantanés.

Doit-on employer de l'acier doux ou de l'acier dur ? Les avis sont très partagés. Il est évident que la douceur du métal est une garantie contre les ruptures, mais en même temps une cause d'usure très rapide. Il est possible d'arriver à réunir à peu près tous les avantages avec certains aciers siliceux ; mais, comme pour les plaques de blindage, la vérité est encore dans l'emploi de lingots très doux, cémentés progressivement à partir d'une de leurs faces et laminés de telle sorte que la surface extérieure du champignon corresponde à la partie extra-dure et le patin à la partie extra-douce.

On cherche à abaisser, par tous les moyens possibles, le prix de revient dans une fabrication dont les centres de production se sont tellement multipliés en même temps que les besoins diminuaient ; aussi a-t-on augmenté les diamètres des cylindres, et les a-t-on disposés de façon à pouvoir laminer des barres de 20 à 30 mètres de longueur qui donnent rapidement 2 à 3 rails avec un très faible déchet.

Nous avons parlé précédemment de l'outillage employé pour cette fabrication. La plupart des usines françaises sont montées pour faire des rails ; mais, actuellement, cette spécialité s'est concentrée sur quelques-unes seulement, grosses productrices d'acier, parmi lesquelles il faut citer : Denain, Isbergues, Jœuf, Mont-Saint-Martin, le Boucau.

Le petit matériel d'attache, qui comprend les éclisses, boulons, tirefonds, etc., se fabrique dans les mêmes usines, généralement en acier doux.

Enfin, les traverses métalliques en acier doux, dont la raison d'être, malgré leurs qualités, est surtout la création d'un débouché pour la production croissante du métal et l'utilisation des cylindres sans travail, ne sont cependant pas assez répandues en France pour que nous nous y arrêtions. Nous dirons seulement que c'est à l'occasion de cette fabrication que l'on a fait application de la méthode de laminage à profil variable, c'est-à-dire à calibre périodique, qui produit des traverses présentant une certaine inclinaison des surfaces d'appui et un renforcement du tablier en ces endroits.

§ 7. — Bandages.

Comme pour les rails, l'acier fondu s'est complètement substitué au fer et même à l'acier puddlé dans la fabrication des bandages. Ces pièces doivent présenter à la fois une dureté à l'épreuve du frottement sur le rail, et une ductilité permettant l'embattage des roues et assurant, pendant le roulement, toute sécurité au voyageur.

Néanmoins les compagnies de chemin de fer ne sont pas absolument d'accord sur le degré de dureté auquel il convient de commander le métal. La Compagnie P. L. M. prend de préférence des bandages assez doux ; l'Orléans, le Midi et l'Ouest, des bandages plutôt durs. Certaines d'entre elles font même des essais pour l'emploi de bandages en acier chromé. D'autres préfèrent des bandages en acier Siemens basique ayant reçu deux trempes successives à l'eau, et, de fait, ce procédé est très économique et donne des résultats analogues.

Toutes les grandes usines de la Loire et du Centre, auxquelles on peut ajouter le Boucau et Pamiers, fabriquent des bandages. Toutefois cette fabrication, comme celle des pièces de forge, tend à se déplacer et à s'établir sur les points où le métal à l'état brut est d'un revient plus avantageux. Déjà actuellement plusieurs des usines qui traitent les minerais phosphoreux par le procédé Thomas et se servent des nombreux riblons résidus pour alimenter leurs fours basiques, sont devenues fournisseurs des Compagnies de chemins de fer du Nord et de l'Est, et leurs laminoirs font une sérieuse concurrence à ceux de la Loire, dont quelques-uns ne travaillent plus qu'à de rares intervalles.

Les lingots ont, en général, la forme de poires rondes ou polygonales, avec ou sans masselottes,

suivant qu'ils doivent donner des bandages de machines ou de wagons. Ils sont martelés à un pilon de 8 à 10 tonnes, d'abord légèrement sur les côtés pour supprimer les arêtes, puis dans le sens vertical, de façon à être réduits à peu près à moitié de leur hauteur. Les galettes obtenues sont *poinçonnées* au centre et transformées en rondelles. Un *bigornage*, c'est-à-dire un forgeage des côtés sur mandrin, agrandit le vide des rondelles tout en ébauchant déjà une certaine inclinaison sur la surface extérieure. Enfin les rondelles, planées et nettoyées par burinage des pailles ou autres défauts, sont laminées ainsi que nous l'avons décrit.

Quelques usines, comme Saint-Jacques ou le Creusot, dont la nouvelle installation fonctionne, fabriquent en deux chaudes : la première pour le martelage et le bigornage, la seconde, pour le laminage. D'autres, comme Saint-Étienne, ne bigornent qu'après burinage, ce qui les oblige à une chaude de plus.

Après laminage, les bandages sont ovales et légèrement coniques ; on les passe au *mandrin hydraulique* qui les arrondit au diamètre voulu. Enfin, on les soumet généralement soit à un recuit plus ou moins élevé, soit à une trempe à l'eau ou à l'huile, suivie d'un recuit, soit à deux trempes à l'eau consécutives.

Un perfectionnement qui nous paraît devoir simplifier beaucoup cette fabrication, est l'application du procédé James Munton. Au lieu d'être plein, le lingot, qui peut contenir un ou plusieurs bandages, comporte un trou central ; il est traité directement au laminoir spécial, qui découpe à la fois les bandages, les met au diamètre et enlève la masselotte. La caractéristique de ce procédé est donc la suppression du forgeage et du bigornage. La seule difficulté consiste dans l'obtention d'un lingot circulaire homogène, sans tensions localisées et sans amorces de criques. C'est dans ce but que, pour céder au retrait du métal, le moule comprend un noyau légèrement compressible et que la coulée se fait en jet circulaire, afin d'éviter des inégalités de température dans les différents éléments de la circonférence. Avant Munton, on avait fait en France bien des essais dans ce sens ; nous pensons que, s'ils n'ont pas abouti, cela tient aux imperfections de la coulée. Le lingot en forme de couronne est appelé à remplacer la poire habituelle des bandages ; il dispense d'opérations coûteuses et permet l'application d'un procédé quelconque de cémentation sur la partie extérieure qui correspond à la surface de roulement.

§ 8. — Essieux.

Les compagnies de chemin de fer ont mis une certaine lenteur à adopter des essieux en acier, et il n'y a pas bien longtemps que la Compagnie P. L. M. s'est décidée pour le métal homogène fondu. Cette dernière a même cru devoir exiger, au début, jusqu'à 15 de corroyage, afin de s'entourer de toutes les conditions de sécurité désirables, mais elle a vite reconnu que la précaution était illusoire. Aujourd'hui, tous les essieux se font en acier, plutôt mi-dur que doux, et les essais énergiques de ployages et de redressements auxquels ils sont soumis ainsi que les bandages, sont une sûre garantie de leurs qualités et de leur bon usage. La plupart des grandes forges fabriquent des essieux de wagons et de machines. En général, les lingots pour essieux de wagons ont une section carrée à angles abattus et pèsent 260 à 300 kgs. Ils sont martelés à un petit pilon en blocs octogones de 160 millimètres de diamètre, puis on procède à l'estampage du corps et des fusées en deux ou trois chaudes. Pour les essieux de machine on étire ordinairement à un pilon de 20 à 25 tonnes de gros lingots qui fournissent plusieurs pièces, celles-ci sont étampées en trois chaudes. Le recuit se fait toujours au rouge cerise.

§ 9. — Centres à rais en fer.

Nous ne ferons que signaler ce produit de forge d'un si grand usage dans les chemins de fer et qui fait honneur à notre industrie française, puisque ce sont quelques établissements de la Loire, et particulièrement les usines Arbel de Couzon, qui en ont entrepris et perfectionné la fabrication. Les diverses pièces en fer : le moyeu, les bras et la jante, sont soudées en matrice dans une ou deux opérations, et la roue, qui ne forme plus qu'une pièce unique de forge, est ensuite livrée pour l'ébarbage à des machines-outils spéciales.

Tous les produits que nous venons de signaler, forment le principal appoint de la production de nos grandes forges. Pour compléter cette énumération, il faudrait encore citer la fabrication de la machine ou verge d'acier et des tréfilés qui en sont les dérivés (la plupart des grandes aciéries faisant du métal basique), la fabrication des chaînes (Nord, Loire, Midi), des câbles (usine de Tronçais Firminy), celle des tubes obtenus soit par recouvrement (usine Mignon-Rouart à Montluçon, usines d'Hautmont), soit par emboutissage (usines Brunon à Rive-de-Gier), soit enfin par laminage spécial (procédé Mannesmann). Le cadre de cet article ne nous permet pas d'aborder tous ces sujets, et nous terminerons cette étude par quelques considérations statistiques et économiques sur l'ensemble de l'industrie du forgeage et du laminage en France.

II. — Conditions géographiques et économiques du forgeage et du laminage.

Les forges françaises dont le tableau I (page 923) donne l'énumération et résume la distribution, se répartissent dans un petit nombre de régions bien distinctes, que l'on peut grouper de la façon suivante :

1° La région du Nord (fig. 2) correspond aux bassins houillers du Nord et du Pas-de-Calais et comprend les Aciéries de Valenciennes et de Denain, les Forges, moins importantes, de la Providence à Hautmont, de Vézin-Aulnoye, de Maubeuge, de Louvroil, de Crespin, de Saint-Amand-les-Eaux, de Ferrière-la-Grande, dans le département du Nord; les Aciéries d'Isbergues, dans le Pas-de-Calais; les Forges de Saint-Roch-lez-Amiens, dans la Somme. Toutes ces usines fabriquent spécialement des produits laminés tels que rails, traverses, poutrelles, larges plats, tôles striées, cornières, blooms, billettes, ressorts, tubes soudés par recouvrement, chaînes, fils, emboutis pour obus. Les Aciéries du Nord et de l'Est à Valenciennes, la Providence, Maubeuge, Vézin-Aulnoye, reçoivent les fontes de leurs hauts fourneaux de Meurthe-et-Moselle ; les Forges de Denain et d'Anzin traitent sur place des minerais de Meurthe-et-Moselle, de Bilbao, de Motka, et les Aciéries d'Isbergues exclusivement des minerais de Bilbao. Quelques-unes de ces usines ont également des laminoirs à bandages et de petits pilons pouvant forger des pièces peu importantes. Mais, au point de vue du forgeage, il n'existe encore aucun établissement spécial, et nous devons signaler l'apparition prochaine des Forges de Douai, actuellement en construction, qui, avec leurs nombreux pilons et leur outillage remarquable, vont importer une industrie pour ainsi dire nouvelle dans cette région si privilégiée sous le rapport des combustibles et du métal.

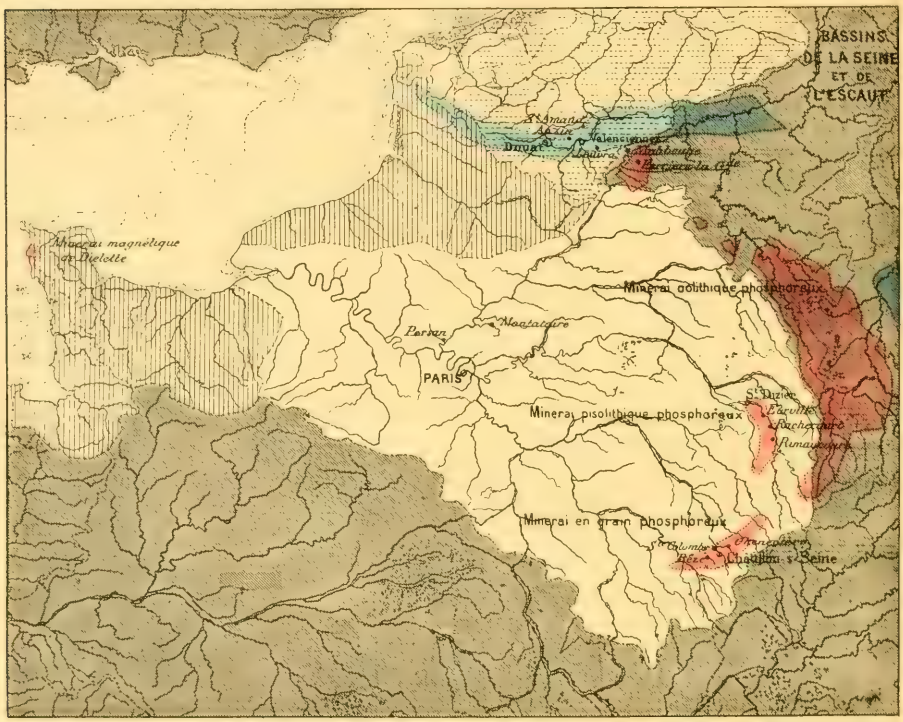


Fig. 2. — *Distribution des forges françaises dans le bassin de la Seine et celui de l'Escaut*[1]. — Les régions où se trouve le minerai sont coloriées en rouge ; les régions à houille sont représentées en bleu.

[1] Ces cartes, ainsi que celles des figures 3 à 9, ont été faites d'après un canevas muet qui nous a été obligeamment prêté par la maison Delagrave. Nous sommes heureux de l'en remercier ici. (*Note de la Direction.*)

Tableau I

LISTE DES FORGES FRANÇAISES PAR RÉGIONS

I. — Groupe du Nord

Forges de la Providence à Hautmont (Nord).
Forges et aciéries du Nord et de l'Est à Valenciennes.
Hauts Fourneaux, forges et fonderies de Maubeuge.
Forges et aciéries de Denain et Anzin, à Anzin.
Forges de Douai.
Société d'Escaut-et-Meuse à Valenciennes.
Laminoirs de l'Espérance à Louvroil (Nord).
Laminoirs de Vezin-Aulnoye à Maubeuge.
Société de fabrication des tubes de fer et acier à Louvroil.
Société Gustave Dumont et Cie à Louvroil.
Etablissements métallurgiques de Ferrière la Grande.
Fabrique de fer de Maubeuge.
Forges et laminoirs de Saint-Amand-les-Eaux (Dorénieux).
Forges de Crespin près de Blanc-Misseron (Ferry Curicque et Cie).
Forges et ateliers de Taza-Villain à Anzin.
Laminoirs à tubes d'Hautmont.
Boulonneries Sirot-Mallez à Thiant près Denain.
Aciéries d'Isbergues (Pas-de-Calais [Aciéries de France].
Laminoirs de Biache-Saint-Waast par Vitry (Pas-de-Calais).
Forges et laminoirs de Saint-Roch à Amiens (Somme).

II. — Groupe des Ardennes

Usine de Laval-Dieu près de Monthermé (Ardennes) (Ferry Curicque et Cie).
Forges de Flize (Ardennes).
Usines de Messempré et Carignan (Boutiny) (Ardennes).
Forges et ateliers de la Cachette à Nouzan (Ardennes).
Forges et clouteries des Ardennes à Mohan.
Forges de Sedan.
Usines de Givet (Société des métaux. Fabrication des tubes en acier sans soudure).
Société des boulonneries de Bogny-Braux (Ardennes).
Forges et laminoirs de Stenay (Meuse).

III. — Groupe de l'Est

Aciéries de Mont-Saint-Martin (Meurthe-et-Moselle) [Aciéries de Longwy].
Société métallurgique de Gorcy près Longwy.
Aciéries de Micheville près Villerupt (Meurthe-et-Moselle) (Ferry Curicque et Cie).
Aciéries de Jœuf près Briey.
Forges et aciéries de Pompey (Meurthe-et-Moselle) (Fould).
Laminoirs de Champigneulles près Nancy (Société métallurgique de Champigneulles et Neuves-Maisons).
Forges de Commercy (Meuse).
Forges de Rachecourt et de Marnaval (Haute-Marne) [Forges de Champagne].
Forges d'Eurville, à Eurville (Haute-Marne).
Forges de Rimaucourt (Haute-Marne).
Forges de Closmortier à Saint-Dizier.

IV. — Groupe de Franche-Comté et de Bourgogne

Forges de Morvillars (Belfort).
Forges d'Audincourt (Doubs) [Saglio].
Forges de Fraisans (Jura).
Forges et tôleries de Chenecières (Côte-d'Or).
Forges Sirodot à Bezs (Côte-d'Or).
Forges, tréfileries et pointeries de Sainte-Colombe. Ampilly, Mussy et Charmesson (Côte-d'Or) [Châtillon-Commentry].
Usines du Creusot [Schneider] (Saône-et-Loire).
Forges de Geugnon (Saône-et-Loire).

V. — Groupe du Centre

Forges de Fourchambault (Nièvre) [Commentry-Fourchambault].
Forges de Bigny à Châteauneuf (Cher).
Forges de Tronçais (Allier) [Châtillon-Commentry].
Usines de Saint-Jacques à Montluçon (Allier) [Châtillon-Commentry].
Forges de Commentry (Allier) [Châtillon-Commentry].
Usines Rouart à Montluçon.

VI. — Groupe de la Loire

Aciéries de la Marine et des Chemins de Fer à Saint-Chamond (Loire).
Usine des frères Marrel à Rive-de-Gier (Loire).
Forges Brunon à Rive-de-Gier.
Forges de Couzon (Arbel) près Rive-de-Gier.
Forges Deflassieux à Rive-de-Gier.
Forges Lacombe à Rive-de-Gier.
Aciéries d'Assailly (Loire) [Aciéries de la Marine].
Forges de Lorette (Loire).
Forges et aciéries de Saint-Etienne au Marais, près Saint-Etienne.
Forges et aciéries de la Chaléassière, près Saint-Etienne.
Forges d'Onzion, près Saint-Chamond.
Forges et aciéries Claudinon et Cie au Chambon (Loire).
Aciéries de Firminy (Loire).
Aciéries d'Unieux (Loire).

VII. — Groupe du Midi

Forges d'Allevard (Isère).
Usines de Decazeville (Aveyron) [Commentry-Fourchambault].
Usines d'Aubin (Aveyron [Aciéries de France].
Usines du Saut du Tarn à Saint-Juiry (Tarn).
Forges de la Capelette à Marseille [Marrel frères].
Fonderies et forges d'Alais à Bessèges (Gard).
Usines de Tamaris (Gard) [Cie d'Alais].
Forges de Ria, près Prades (Pyrénées-Orientales).
Usines de Pamiers (Ariège).
Forges de Lacombe et du Ressec, près Tarascon (Ariège).
Forges et tréfileries de Toulouse.
Forges de l'Adour au Boucau (Basses-Pyrénées) [Aciéries de la Marine].
Forges et ateliers de Labouneyre (Landes).
Forges et fonderies d'Uza à Uza (Landes).
Forges de Beaulac par Bazas (Gironde).

VIII. — Groupe de l'Ouest

Forges de Sireuil (Charente).
Forges et aciéries de Trignac, près Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).
Laminoirs de Couëron (Loire-Inférieure).
Forges et aciéries de Basse-Indre à Basse-Indre Loire-Inférieure).
Aciéries d'Hennebont (Morbihan).
Forges de Saint-Brieuc (Côtes-du-Nord).

IX. — Groupe Parisien

Forges de Persan (Seine-et-Oise).
Société des forges de Montataire (Oise).
Laminoirs de Grenelle [Aciéries de France].
Forges Coutant à Ivry-Port (Seine).

2° Le groupe des Ardennes (fig. 3, en partie) se trouve à peu près placé à égale distance entre la houille du Nord et le minerai oolithique de l'Est et se compose de nombreux petits laminoirs qui fabriquent surtout des produits en fer. Toutefois, la proximité des aciéries de l'Est et du Nord permet facilement l'approvisionnement en lingots d'acier, et plusieurs de ces laminoirs ont été acquis ou loués par de grandes usines de l'Est. Nous citerons les usines de Laval-Dieu, de Mouzon, de Vireux-Molhain, qui fournissent des verges à clous, fers fendus et machine, des tôles d'acier, des tôles lustrées, des feuillards, des fers marchands et profilés, des tôles de fer, des poutrelles. Les usines de Stenay, situées dans la Meuse, peuvent être rattachées à ce groupe. Ces dernières préparent elles-mêmes une partie de leur acier de consommation avec de petits convertisseurs Robert.

3° La région de Meurthe-et-Moselle (fig. 3, en partie) occupe actuellement le premier rang en France pour la production de la fonte et de l'acier en lingots. Une couche épaisse de minerais hydroxydés, oolithiques, siliceux ou calcaires, correspondant à l'étage toarcien, s'étend de Nancy à Longwy et, au delà, dans le Luxembourg. Ce minerai, malgré les facilités de son exploitation et son prix de revient très bas, n'était employé autrefois qu'à la fabrication de fers de second choix en raison de sa faible teneur en fer et du phosphate de chaux qu'il renferme. Le procédé Thomas, permettant d'affiner en bons aciers les fontes les plus phosphoreuses, transforma complètement le pays. De nombreux hauts fourneaux à grande capacité s'élevèrent, et les usines de Mont-Saint-Martin et de Jœuf installèrent des convertisseurs en même temps que des laminoirs puissants pour l'ébauchage et la transformation de leurs lingots. Pour ces usines, le combustible arrive de Belgique, d'Allemagne ou du nord de la France. Le brevet Thomas vient de tomber dans le domaine public, et de nouvelles aciéries vont se joindre aux deux premières et fabriquer l'acier en lingots et en ébauches non seulement pour leur usage personnel, mais encore et surtout afin de

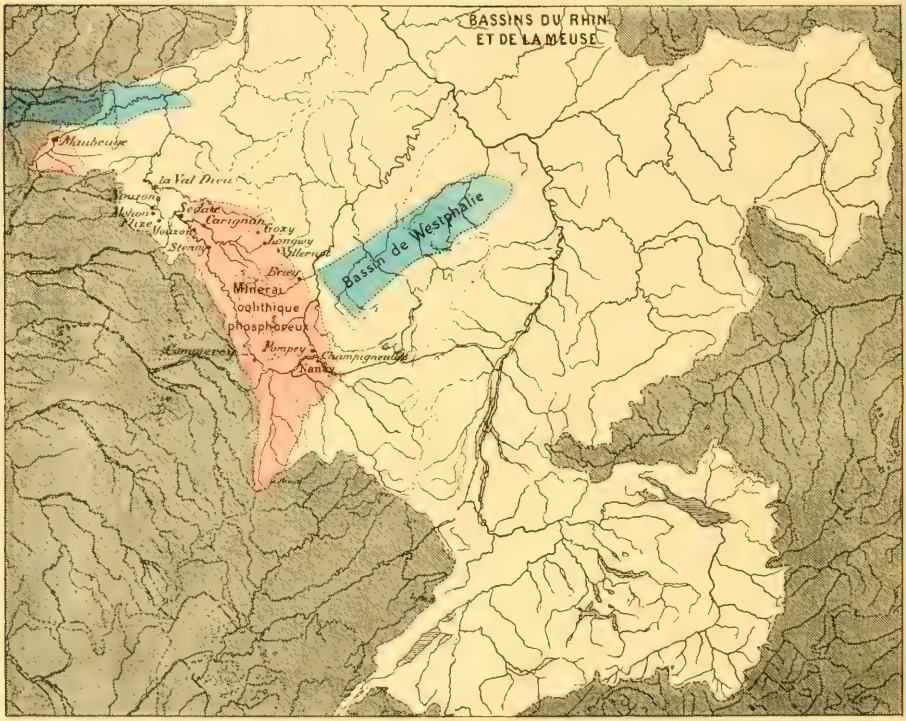


Fig. 3. — *Distribution des forges françaises dans le bassin du Rhin et celui de la Meuse.* — Les régions où se trouve le minerai sont coloriées en rouge; les régions à houille sont représentées en bleu.

l'exporter dans les régions de France moins privilégiées où se trouvent des forges importantes en plein fonctionnement. Déjà le minerai, la fonte ou l'acier sortent en grande quantité du département et nous avons cité plusieurs forges du Nord qui possèdent des hauts fourneaux en Meurthe-et-Moselle et d'autres qui traitent sur place les minerais phosphoreux qui leur en viennent. A part quelques pilons de faible importance, qui se trouvent à Pompey et à Mont-Saint-Martin, les usines de Meurthe-et-Moselle sont surtout pourvues de gros laminoirs et fabriquent des tôles de fer et d'acier, des blooms, des billettes pour les laminoirs plus faibles, des rails, des larges plats, des poutrelles, des profilés, du fil machine. Pompey livre également des crochets de traction et tendeurs d'attelage, Dieulouard des outils d'agriculture et de taillanderie, Champigneulles des fers de moulures et de vitrages. Nous rappellerons, en passant, que ce sont les usines de Pompey qui ont fabriqué les fers de la tour Eiffel.

4° La région de la Haute-Marne (Voir fig. 2) renferme également une couche de minerai oolithique, qui se trouve à la partie supérieure des argiles ostréennes de l'étage néocomien et qui, avec le minerai hydroxydé de Lorraine, forme l'aliment principal de ses hauts fourneaux. Les laminoirs à citer sont ceux des Forges de Champagne (Marnaval, Rachecourt), d'Eurville, de Closmortier et de Rimaucourt qui fabriquent des tréfilés, feuillards, fers à ailette, tubes en fer. Plusieurs de ces usines transforment des lingots d'acier que leur envoient les aciéries de l'Est ou qu'elles produisent au Martin.

5° Le groupe de Franche-Comté comprend un certain nombre de forges qui, depuis fort longtemps, traitaient dans des fours spéciaux les minerais de fer en grains du système éocène et sont devenues des laminoirs importants dont la proximité du bassin de Ronchamps (Haute-Saône) facilite le développement. Les Forges d'Audincourt (Doubs) et de Fraisans (Jura), pour ne mentionner que les plus importantes, forgent des chaînes et des roues en fer et laminent des tôles, profilés, fers marchands, feuillards, fers Zorès, traverses. Toutes ces usines achètent dans l'Est, pour les transformer, de nombreux lingots d'acier Thomas.

6° La région de Saône-et-Loire correspond aux bassins houillers de Montceau-les-Mines et du Creusot, et constitue un centre de forgeage et de laminage des plus importants. C'est là que sont installées les magnifiques usines de M. Schneider, qui font l'admiration des étrangers, et comprennent dans leur ensemble tous les éléments de la fabrication du fer et de l'acier, depuis les hauts fourneaux jusqu'aux ateliers de construction les plus perfectionnés, en passant par tous les genres de forgeage et de laminage. Nous avons eu l'occasion de dire quelques mots de l'outillage vraiment remarquable de cette grande forge. Là aussi les minerais de l'Est fournissent leur contingent et sont traités à la cornue basique. Mais, pour les produits destinés à la guerre, à la marine et aux chemins de fer, les fontes employées proviennent des minerais purs d'Espagne et d'Allevard (Isère).

7° Le groupe du Centre (fig. 4, en partie) est caractérisé surtout par les Forges de la Compagnie Châtillon-Commentry, à Montluçon et à Commentry (Allier), et celles de la Compagnie Commentry-Fourchambault à Fourchambault et Imphy (Nièvre). Les premières sont situées sur les bassins houillers de Saint-Eloi, Bézenet, Doyet; les secondes, sur celui de Decize. Les minerais d'alluvion du Berry sont encore utilisés dans le pays. Mais la plupart des fontes employées aux Siemens pour les fabrications spéciales, telles que blindages, canons, obus, bandages, essieux, tôles, etc., proviennent des minerais purs d'Espagne ou des Pyrénées, traités aux hauts fourneaux de Saint-Nazaire ou de Tarascon-sur-Ariège. Déjà, pour les produits marchands, l'Allier est tributaire de l'Est et y achète des lingots d'acier basique.

8° Le groupe de la Loire (fig. 4, en partie), le véritable centre de l'industrie du forgeage, compte un grand nombre d'usines dont les noms sont si connus que nous croyons inutile d'insister sur chacune d'elles. Ce sont les forges de Saint-Chamond, de Rive-de-Gier, d'Assailly, des Etaings (Marrel), de Saint-Etienne (usine Barrouin), d'Unieux (Holtzer), de Firminy, du Chambon-Feugerolles, qui, toutes, rivalisent pour les fabrications de la Guerre, de la Marine et des Chemins de fer; et, dans un genre plus spécial : les Forges Arbel, Desflassieux (roues), Lacombe (essieux coudés), Brunon (tubes emboutis). Nous avons déjà signalé les caractères principaux de cette région industrielle, considérée au point de vue métallurgique. Placées au centre d'un bassin houiller qui, jusqu'en 1870, avait gardé une suprématie marquée, les usines de la Loire se sont successivement développées et ont entrepris tous les genres de fabrication avec un personnel d'élite; mais, comme elles se servaient surtout de minerais riches d'Espagne, d'Algérie ou de Sardaigne, qui sont transformés en fontes d'affinage, soit sur place, comme à Firminy, soit plutôt dans des hauts fourneaux situés sur la Méditerranée ou l'Atlantique, et que, d'autre part, les exigences de leurs ouvriers augmentaient,

le prix de revient du lingot d'acier est devenu si élevé qu'il ne leur est plus possible de lutter, sauf pour les produits supérieurs. Quant au métal ordinaire, les usines trouvent aujourd'hui grand avantage à faire venir de l'Est les fontes et les lingots. Aussi, tandis que la production des bassins houillers du Nord et surtout du Pas-de-Calais grandit rapidement, celle du bassin de la Loire est-elle tombée au troisième rang ; alors que le prix moyen de la houille sur les lieux d'extraction n'est en France que d'environ 11 fr. 50 et en particulier dans le Nord et le Pas-de-Calais de 10 fr. 36, ce prix, fortement influencé dans la Loire par l'accroissement graduel des salaires, s'élève à plus de 14 francs la tonne. Il est certain que cet abaissement de production de la houille continuera, et que la situation qui en résulte pour l'industrie dont elle est une des bases, ne fera que s'accentuer dans l'avenir. Maintenant que notre plus grand centre métallurgique est situé près de la frontière de l'Est et qu'il absorbe non seulement ses propres minerais, mais encore ceux analogues d'Allemagne et de Luxembourg, de nouvelles aciéries à grande production s'y créent et vont inonder de leurs produits bruts les autres régions telles que la Loire, où se trouvent des usines bien outillées pour la transformation par forgeage ou par laminage.

9° Nous faisons entrer, pour abréger, dans le groupe du Midi plusieurs usines situées dans des régions très différentes et qui ont une situation économique bien spécialisée. Dans le bassin de Decazeville (fig. 5), les usines d'Aubin (Aveyron) appartiennent, comme Isbergues, à la Société des Aciéries de France : elles traitent les minerais du pays, du Périgord et de l'Ariège et font surtout des produits laminés. Il en est de même de celles de Decazeville, qui sont devenues la propriété de la Compagnie Commentry-Fourchambault. — Les Forges de Pamiers, installées à proximité de leurs hauts fourneaux de Tarascon-sur-Ariège, mais à une distance assez grande des points d'extraction de la houille (Carmaux), continuent la fabrication

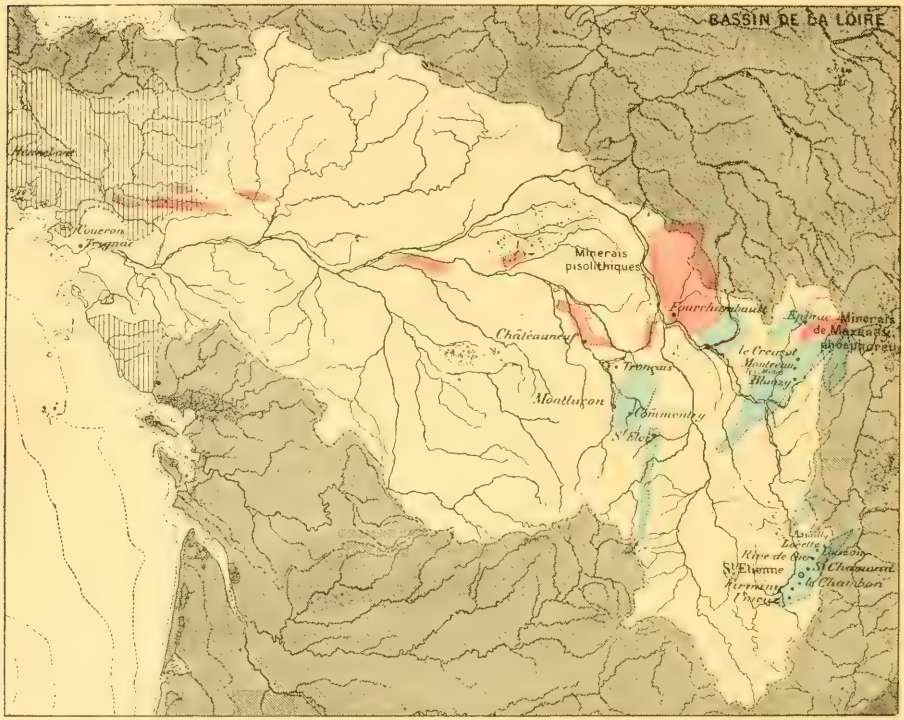


Fig. 4. — *Distribution des forges françaises dans le bassin de la Loire.* — Les régions où se trouve le minerai sont coloriées en rouge; les régions à houille sont représentées en bleu.

de choix qui a valu au fer de l'Ariège une si grande renommée; la grande pureté de leurs minerais de Puymorens et de Rancier, jointe à sa haute teneur en manganèse, leur permet d'aborder des fabrications spéciales comme celles des canons, obus, bandages, essieux, qui étaient jadis le monopole des grandes usines de la Loire et du Centre. Les Usines du Boucau, ou Forges de l'Adour, furent créées en 1882, par les Aciéries de la Marine et des affinent des fontes très pures, provenant de leurs minerais carbonatés spathiques. Leurs aciers à ressorts, bien connus, joignent une très haute limite d'élasticité à un corps et à un nerf tout à fait remarquables.

Enfin nous mentionnerons, pour mémoire, les Forges de Tamaris (Gard) (fig. 6), à proximité des bassins de Bessèges et des minerais d'Alais, et celles du Saut-du-Tarn, dans le bassin de Carmaux.

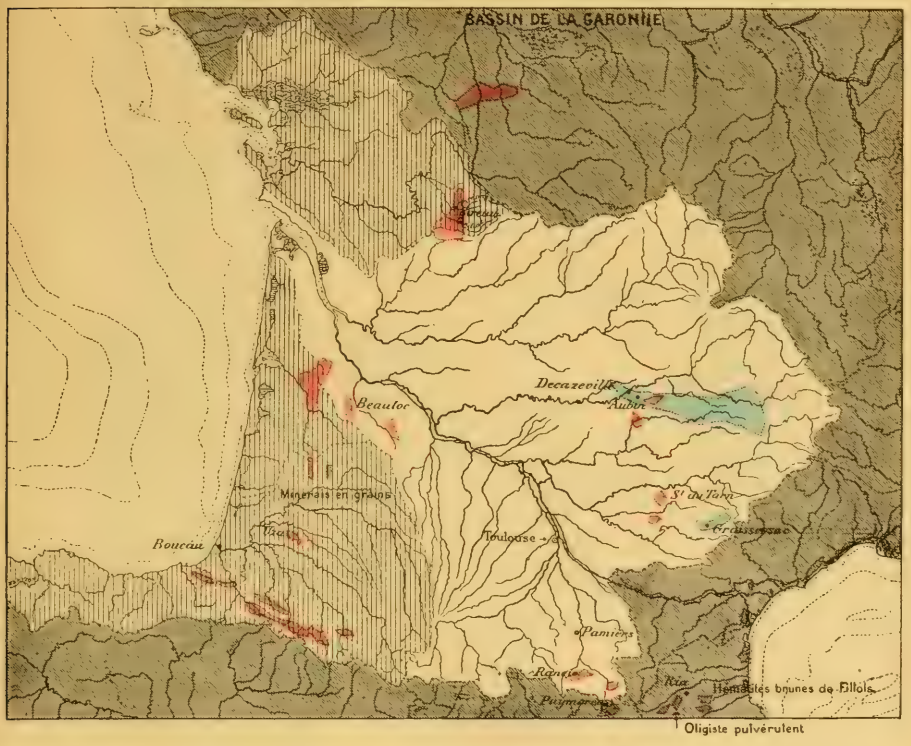


Fig. 5. — *Distribution des forges françaises dans le bassin de la Garonne.* — Les régions où se trouve le minerai sont coloriées en rouge ; les régions à houille sont représentées en bleu.

Chemins de fer en un point du littoral où les minerais si renommés d'Espagne et des Pyrénées et les combustibles anglais leur parviennent dans des conditions des plus faciles. Les installations de laminoirs, étant récentes, ont été établies sur un plan bien étudié d'après les derniers perfectionnements. Rails, grands profilés, fers marchands et machines, bandages, tels sont les produits qui sortent de ces grandes usines et peuvent lutter avantageusement sur le marché étranger. Les Forges d'Allevard (fig. 6), dans l'Isère, lesquelles comptent parmi les plus anciennes de France,

Quant aux Usines de Saint-Montant que la Compagnie Châtillon et Commentry avait établies en 1873, à Beaucaire, pour la fabrication des rails et des tôles, elles sont complètement arrêtées depuis quelques années et leur matériel a été transporté dans l'Allier.

10° Le groupe des Usines de l'Ouest, qui, comme les Forges de l'Adour, sont situées sur le bord de l'Atlantique (Voir figure 4), reçoivent par mer la plupart de leurs matières premières. Les forges de Saint-Nazaire fabriquent surtout des produits laminés

tels que rails, poutrelles, tôles; celles d'Hennebont (Morbihan), des tôles, fers-blancs et emboutissages.

11° Le groupe parisien (fig. 2) comprend les quelques forges qui sont venues s'installer près du centre de consommation.

III. — Renseignements statistiques.

L'industrie de la forge s'adresse d'abord à la houille qui sert au puddlage, au réchauffage et fournit la vapeur, puis, comme matières premières, au fer puddlé ou à l'acier en lingots, ces

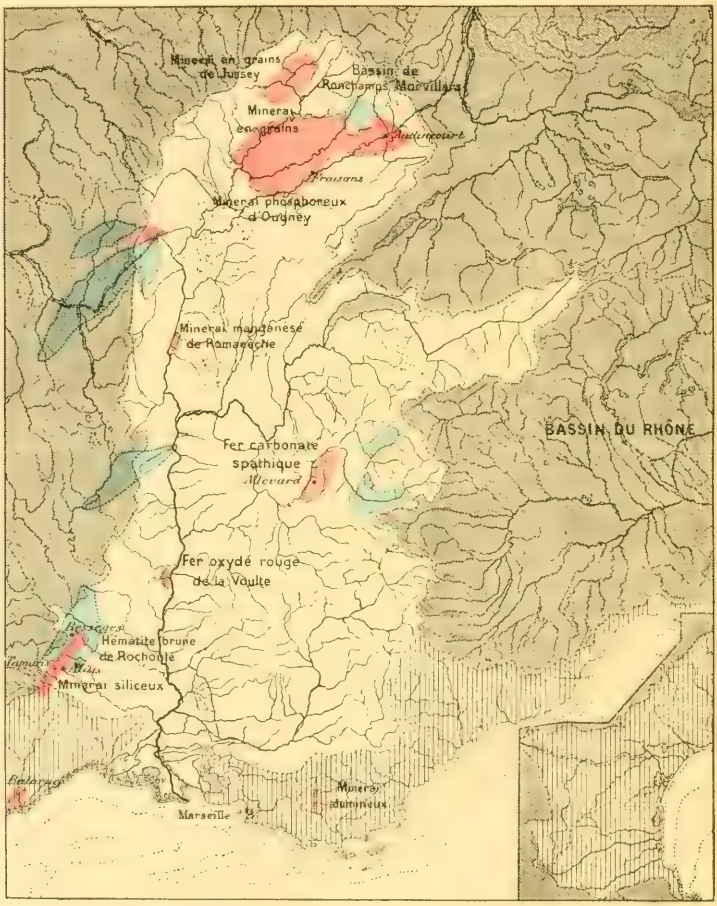


Fig. 6. — *Distribution des forges françaises dans le bassin du Rhône.* — Les régions où se trouve le minerai sont coloriées en rouge; les régions à houille sont représentées en bleu.

Parmi ces forges, il convient de nommer en première ligne celles de Montataire (Oise), qui affinent leurs fontes de Frouard et d'Outreau et laminent des profilés, tôles embouties, ondulées, galvanisées; les Laminoirs de Grenelle (Aciéries de France), les Forges d'Ivry-sur-Seine, de Pantin, etc., qui alimentent aux environs de Paris, notamment à Saint-Denis, dans la Seine et aussi dans l'Oise, d'importantes usines de construction mécanique.

derniers provenant de la fonte d'affinage, qui est elle-même fonction de la houille et du minerai. Nous allons étudier, d'après l'Album des Travaux Publics pour 1893, l'état statistique correspondant à chacune de ces matières, — houille, minerai, fonte d'affinage, — qui entrent dans les prix de revient de la forge, et nous en tirerons des indications utiles pour l'industrie qui nous occupe.

§ 1. — Houille.

Nous avons vu que la plupart des grandes forges sont installées sur des bassins houillers ; il n'est

Tableau II

Région	Production (mille tonnes)	Prix moyen francs
Nord et Pas-de-Calais	13.886	10 36
Loire	3 506	14 36
Gard	2.005	12 48
Bourgogne et Nivernais	1.979	11 91
Tarn et Aveyron	1.419	11 71
Bourbonnais	1.106	12 75
Auvergne	325	12 67
France	23.172	11 54

fait exception que pour certaines usines, comme celles de l'Est ou de l'Ariège, qui ont préféré se rapprocher des minerais, et également pour celles du littoral, qui peuvent profiter de tous les avantages des transports maritimes.

Chacun sait l'essor extraordinaire pris depuis quelques années par les houillères du Nord et du Pas-de-Calais ; les productions du Gard, de la Bourgogne et du Nivernais, du Tarn et de l'Aveyron, progressent d'une façon uniforme, tandis que celles des bassins de la Loire et du Bourbonnais déclinent ou demeurent stationnaires. Les quelques chiffres du tableau II indiquent les quantités de houille ou anthracite extraites dans les principales régions où se trouvent des forges, ainsi que les prix moyens sur place.

On voit que les départements du Nord et du Pas-de-Calais sont les seuls où le prix du charbon soit au-dessous de la moyenne.

La consommation totale en France s'est élevée à 39.379.000 tonnes et l'industrie du forgeage et du laminage a brûlé pour sa part 2.139.000 tonnes. Ces chiffres montrent que nous avons dû importer dans notre pays plus de 11.000.000 tonnes, car nos exportations sont insignifiantes. Ces importations se répartissent comme l'indique le tableau III.

Dans ce tableau, le charbon importé sous forme de coke y a été exprimé en houille.

Ce sont surtout les régions de l'Ouest, situées sur l'Atlantique et la Manche, qui sont tributaires de l'Angleterre. Quant aux départements de Meurthe-et-Moselle, des Ardennes et de la Meuse, ils ne consomment pas plus de 25 % de houilles françaises et reçoivent le complément de Belgique et d'Allemagne.

Tableau III

Houille importée de :	tonnes
Belgique	7.889.000
Angleterre	1.434.000
Allemagne	2.037.000
Autres pays	41.000
	11.401.000

§ 2. — Minerais.

Depuis les nouveaux procédés de déphosphoration qui permettent l'emploi des minerais hydroxydés oolithiques de Lorraine, du Luxembourg et d'Allemagne, l'extraction des minerais de fer en Algérie a beaucoup diminué, et les minerais riches d'Espagne ont été importés dans des proportions beaucoup moindres. Le tableau IV montre la répartition en France de la production des minerais.

On peut remarquer combien est bas le prix moyen de la tonne en Meurthe-et-Moselle ainsi que l'importance de la production.

Les minerais importés représentent environ la moitié de la production française, soit 1.600.000 tonnes et comprennent spécialement :

Minerais allemands et luxembourgeois	1.089.000
Minerais d'Espagne	260.000

les premiers, minerais à bon marché, venant s'ajouter à ceux de la Lorraine, les seconds alimentant les usines de la Loire et du Centre après avoir été réduits dans les hauts fourneaux du littoral.

Les minerais exportés ne s'élèvent qu'à 300.000 environ. Ce sont surtout des minerais algériens qui se dirigent vers l'Angleterre et les Pays-Bas.

Tableau IV

	Production (tonnes)	Prix moyen francs	Proportion
Minerai hydroxydé oolithique (Ex.: Meurthe-et Moselle)	3.094.000	2 81	88
Hématite brune (Ex.: Ariège, Pyrénées-Orientales)	77.000	9 70	2
Autres minerais hydroxydés (Ex.: Cher, Lot-et-Garonne, Gard)	166.000	6 99	5
Hématite rouge (Ex.: Calvados), fer oligiste (Ardèche)	134.000	6 99	4
Fer carbonaté spathique (Ex. : Isère)	46.000	9 52	1
	3.517.000	3 32	100

Départements produisant de.	0 à	10.000	tonnes
— — —	10 à	40.000	»
— — —	40 à	70.000	»
— — —	70 à	100.000	»
Département du Nord produisant		200.000	»
de Meurthe-et-Moselle produisant		900.000	»

Fig. 7. — *Carte montrant la production des fontes d'affinage et leur répartition dans les différents départements français.*

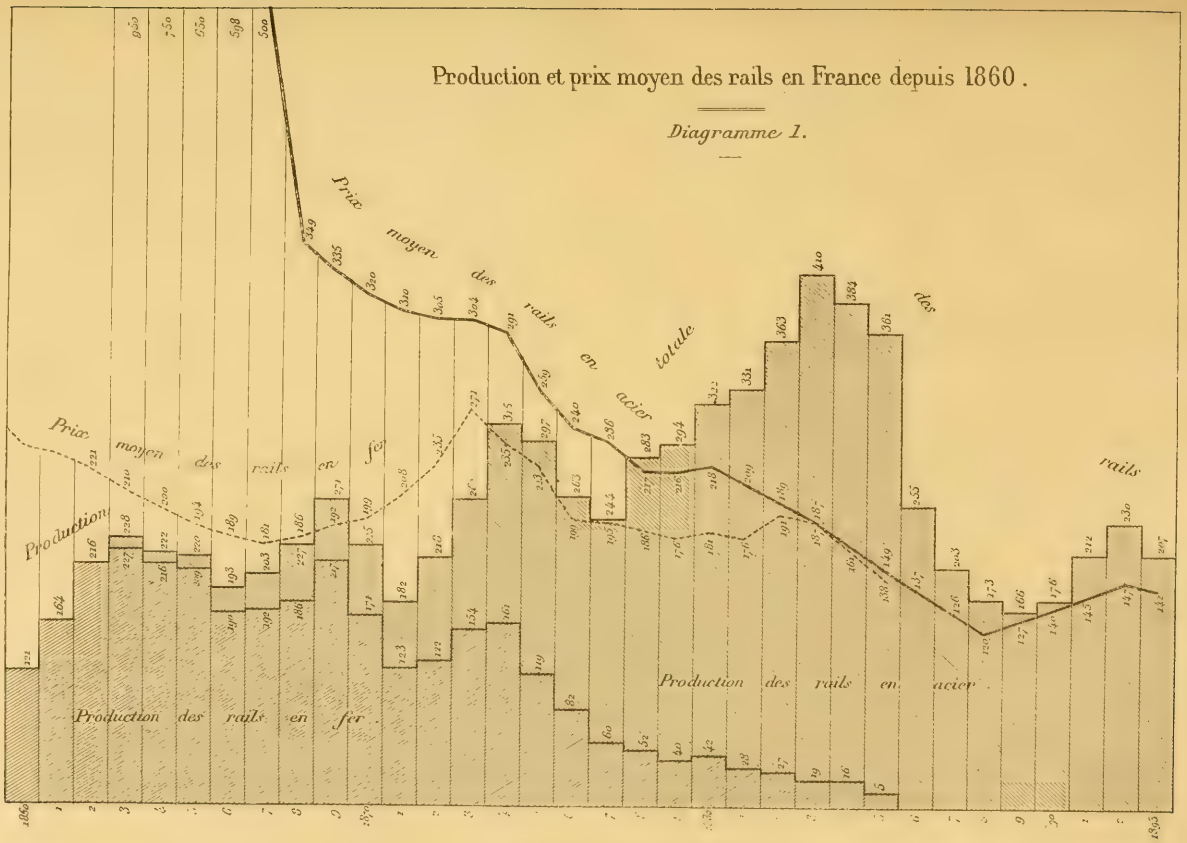


Fig. 8. — *Production et prix moyen des rails en fer et en acier en France depuis 1860.*

§ 3. — Fontes d'affinage.

La fabrication de la fonte au charbon a presque complètement disparu. En outre, le nombre des hauts-fourneaux au coke a diminué de moitié depuis une trentaine d'années et tous ces petits fourneaux, établis autrefois dans le voisinage des houillères de façon à n'avoir à payer que le transport des minerais, ont été éteints pour faire place à un petit nombre de grandes installations marchant à haute puissance productive résultant à la fois des dimensions des appareils, de l'emploi de l'air chaud et de la composition des lits de fusion, et situées dans des conditions essentiellement différentes : soit dans l'est de la France où l'on peut amener à bon marché les charbons belges ou allemands sur les gisements immenses de minerais phosphoreux, soit sur le bord de la mer où les minerais et combustibles étrangers parviennent à bas prix et où l'on trouve toute facilité pour l'exportation. Depuis cette période de transformation, la production totale de la fonte d'affinage en France s'est fortement accrue ; elle est aujourd'hui de 1.522.100 tonnes, et le département de Meurthe-et-Moselle atteint presque pour sa part les 6/10 de cette production, soit près de 900.000 tonnes.

Nous donnons sur la carte de la figure 7 un aperçu de la répartition de cette production entre les 24 départements français qui renferment des hauts fourneaux. On peut voir qu'après Meurthe-et-Moselle viennent le Nord avec 206.000 tonnes, puis Saône-et-Loire, le Pas-de-Calais, les Landes, le Gard et la Loire-Inférieure avec une production de 90 à 46.000 tonnes. Le prix moyen des fontes d'affinage s'est abaissé en 1893 à environ 57 francs la tonne.

§ 4. — Fers.

La fabrication des fers s'est arrêtée dans son essor normal au moment de la découverte de Bessemer. A dater de cette époque, l'acier est venu faire concurrence au fer, d'abord pour les rails, puis pour les tôles de construction, plaques de blindage, produits marchands, bandages, essieux, etc. Nous reproduisons (fig. 8, page 931) le

Tableau V

	Poids	Prix moyen de vente
	—	—
	tonnes	francs
Fers marchands et spéciaux.	690.000	165
Tôles.....	111.000	226
	808.000	

diagramme indiquant la production et le prix moyen des rails en France depuis 1860. On verra que, dès 1863, les rails en acier obtenus par les procédés Bessemer et Siemens-Martin font leur apparition ; ils remplacent totalement les rails en fer à partir de 1886. Quant à la production des fers marchands et des tôles de fer, elle a diminué de 1/3 depuis 10 ans. Le tableau V donne le poids et la valeur de ces produits.

La carte de la figure 9 montre que cette industrie n'est intensive que dans un très petit nombre de départements. C'est dans le Nord que la fabrication est la plus importante (300.000 tonnes) ; viennent ensuite la Saône-et-Loire (86.000), les Ardennes (81.000), la Haute-Marne (64.000), et la Meurthe-et-Moselle (50.000). Le nombre des forges en activité est de 152.

§ 5. — Aciers.

Les 96/100 des aciers ouvrés sont obtenus par le laminage ou le martelage de lingots Thomas, Bessemer et Siemens-Martin. Le tonnage de ces lingots, produits en France en 1893, se répartit comme le montre le tableau VI.

Tableau VI

	tonnes
	—
Bessemer et Thomas... :	493.011
Martin.....	296.841
	789.852

La carte de la figure 10 donne les indications nécessaires sur la provenance de ces lingots. Les aciéries qui ont coopéré à cette production sont au nombre de quarante, et les plus importantes sont celles de Jœuf et de Mont-Saint-Martin (Meurthe-et-Moselle), de Denain (Nord), du Creusot, d'Isbergues (Pas-de-Calais), etc. Du reste, la plupart d'entre elles transforment elles-mêmes les lingots en acier ouvré.

Les 4/100 restant des aciers ouvrés proviennent de 25.200 tonnes d'acier divers, tels que les aciers puddlés, cémentés, fondus au creuset, ou obtenus par réchauffages de vieilles matières.

Les aciers ouvrés, produits en 1893, ont été classés, dans le Rapport de l'industrie minérale, de la façon suivante (tableau VII) :

Tableau VII

	Poids	Prix moyen
	—	—
	tonnes	francs
Rails.....	207.300	142
Aciers marchands et spéciaux.	323.000	307
Tôles.....	133.700	285
	664.000	

On voit que le tonnage des tôles en acier dépasse maintenant celui des tôles de fer. Quant à la

Départements produisant de ..... 0 à 12.000 tonnes

— — — ..... 30.000 » (Allier, Loire)

— — — ..... 50 à 65.000 »

— — — ..... 81 à 86.000 »

Département du Nord produisant ..... 300.000 »

Fig. 9. — *Carte montrant la production totale des fers (tôles, fers marchands et spéciaux, rails) et sa répartition en France.*

Départements produisant de	0 à 19.000	tonnes
— — —	20 à 60.000	»
— — —	70 à 90.000	»
Département du Nord produisant	130.000	»
— de Meurthe-et-Moselle produisant	250.000	»

Fig. 10. — *Carte montrant la production des lingots (Bessemer, Siemens-Martin et Thomas) dans les divers départements français.*

Départements produisant de..... 0 à 19.000 tonnes

— — ..... 20 à 40.000 »

— — — ..... 40 à 60.000 »

— — — ..... 60 à 80.000 »

Département du Nord produisant..... 105.000 »

Fig. 11. — *Carte montrant la production des aciers ouvrés (rails, aciers marchands, tôles), dans les divers départements français.*

production des rails en acier, elle a diminué de plus de 100.000 tonnes en 1886, et de 100.000 autres dans les trois années suivantes, en raison de l'achèvement des grands travaux de chemins de fer et de la plus grande durée des rails. Toutefois cette décroissance n'a pas occasionné de ralentissement apparent dans le travail des aciéries, parce qu'elle a été compensée par une augmentation simultanée de la production des tôles et des aciers marchands et spéciaux.

Nous indiquons sur la carte de la figure 11 le classement des départements pour la fabrication des aciers ouvrés. Il est intéressant de rapprocher cette carte de la précédente et d'en tirer certaines conclusions au point de vue des importations des lingots d'acier des départements producteurs dans les autres départements qui n'ont que des usines de transformation ou qui trouvent leur intérêt à ne plus produire le métal. Parmi les départements producteurs qui exportent, il faut citer, en première ligne, celui de Meurthe-et-Moselle (Mont-Saint-Martin, Jœuf), dont la production de lingots a été de 250.000 tonnes, alors que celle des aciers ouvrés n'a été que de 80.000 tonnes. La plupart des régions avoisinantes, et même celles de la Loire et du Bourbonnais, trouvent avantage à lui acheter des lingots en métal Thomas. Saône-et-Loire (Creusot) exporte des lingots Siemens; l'Ariège et le Morbihan, également; la Loire-Inférieure (Saint-Nazaire), des lingots Bessemer et Siemens.

Les principaux départements qui dépendent des grosses aciéries dont nous venons de parler sont les suivants : l'Oise achète 18.000 tonnes de lingots Bessemer et Thomas, et 2.000 de lingots Siemens; la Haute-Marne, 18.000 tonnes de lingots Thomas; le Doubs, 16.000 tonnes de lingots Bessemer et Thomas; les Ardennes, 20.000 tonnes de lingots Thomas. Depuis 1892, les départements de la Loire et de l'Allier reçoivent chacun 2.000 tonnes environ de lingots Thomas, pour les transformer en aciers marchands.

La production totale des fers et des aciers est résumée dans le tableau VIII, qui indique également en tonnes la consommation en combustibles, et le nombre d'ouvriers des forges françaises pour l'année 1893.

Tableau VIII

Produits	Poids	Nombre d'ouvriers	Combustible consommé
—	—	—	—
Fers marchands, rails, tôles...	808.200	25.700	1.088.000
Aciers ouvrés de toutes sortes..	664.000	24.100	1.051.000
	1.472.200	49.800	2.139.000

Nous terminons ces questions de statistique, en disant quelques mots des importations et exportations des fers et aciers qui, d'ailleurs, sont peu importantes. Depuis 1883, ainsi que l'indiquent les diagrammes (2) et (3) (fig. 12), les importations des

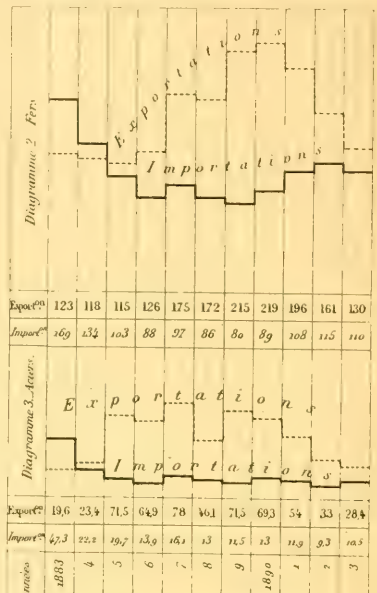


Fig. 12. — *Importation et Exportation des Fers et Aciers ouvrés en France depuis* 1883.

fers et des aciers ont diminué. Celles des fers accusent une reprise depuis 1889; celles des aciers, au contraire, ne se relèvent pas. Les exportations, après être passées par un maximum en 1889 pour les fers, et en 1887 pour les aciers, vont constamment en décroissant. Cependant on signale un petit revirement pour 1894. Les principaux produits importés de l'étranger sont : des fers au bois étirés en barres, des fers et aciers machine, des tôles d'acier, des fers-blancs (Angleterre), des essieux et bandages de roues bruts de forge, des fils d'acier pour cordes d'instruments.

Quant aux matières exportées, ce sont principalement des fers au coke étirés en barres, des cornières et des fers à T, des feuillards en fer et en aciers, des fils de fer ou d'acier, et surtout des rails en acier. Un certain nombre d'entre elles ont été importées à l'état de fontes ou matières brutes en admission temporaire et réexportées après main-d'œuvre.

Emile Demenge,
Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique,
Ingénieur civil des Ponts et Chaussées.

REVUE ANNUELLE DE CHIRURGIE

I. — SÉROTHÉRAPIE ET TOXICOTHÉRAPIE.

Pendant l'année qui vient de s'écouler, la sérothérapie a constitué une des grandes préoccupations du monde médico-chirurgical. Il ne faut pas oublier cependant que le principe sur lequel repose cette méthode remonte à plusieurs années déjà. Dès novembre 1888, MM. Ch. Richet et Héricourt communiquaient à l'Académie des Sciences des recherches établissant en principe l'importance des *traitements hémothérapiques;* constatant que le chien était réfractaire à l'inoculation d'un staphylocoque très toxique pour le lapin, ils pensèrent que l'on pouvait rendre le lapin réfractaire en lui inoculant du sang de chien. Leurs expériences établirent que le sang des chiens inoculés préalablement, puis guéris, conférait une innocuité plus complète que le sang des chiens intacts.

Convaincus que le sang des animaux réfractaires conférait l'immunité, Richet et Héricourt résolurent d'appliquer ce principe à la tuberculose. En 1889, ils montraient que la transfusion péritonéale du sang de chien ralentit, dans une certaine mesure chez le lapin, l'évolution tuberculeuse. Les applications à l'homme, faites les années suivantes, ne donnèrent que peu de résultats.

Entre temps, MM. Bouchard et Charrin montraient, au cours de recherches sur le bacille pyocyanique, que le sérum était à peu près aussi actif que le sang, que, par suite, on pouvait, aux procédés hémato-thérapiques, substituer les *procédés sérothérapiques* plus simples.

En 1890 deux Japonais, Ogata et Jasuhara, indiquaient que le sérum d'un animal réfractaire, le chien dans l'espèce, pouvait guérir un animal infecté, la souris inoculée avec du charbon dans leurs expériences.

Bon nombre de points de la sérothérapie étaient dès lors acquis expérimentalement. La méthode n'était toutefois pas entrée dans la pratique. Elle y entra avec l'important mémoire de Behring et Kitasato qui, par une série d'expériences bien conduites, forcèrent la conviction. Ils constatèrent que le sérum d'un animal vacciné contre certaines infections, le tétanos et la diphtérie, présentait la propriété remarquable de neutraliser l'effet de la toxine correspondant à ces infections, lorsqu'on injectait à un animal neuf, successivement ou simultanément, le sérum et la toxine. Pour les infections où le rôle de la toxine est considérable, ils démontrèrent que le sérum d'un animal, accoutumé par des injections successives et progressives de toxine, neutralise la toxine comme le ferait un alcali d'un acide. Tel est, si ce n'est l'interprétation exacte des réactions produites, du moins la traduction grossière du phénomène.

Behring pensa qu'au fur et à mesure que l'animal s'accoutumait à la toxine, il se formait dans l'organisme une antitoxine, qui était capable de la neutraliser. Il montra qu'on pouvait, par des injections successives, augmenter progressivement la quantité des antitoxines du sang, que ces antitoxines étaient surtout contenues dans la partie liquide de ce sang, que les globules n'en contenaient pas, que, par suite, il était tout indiqué d'employer en thérapeutique le sérum. La sérothérapie était définitivement établie.

En réalité, les phénomènes ne sont pas aussi simples que l'avait supposé Behring. Nous ne voulons toutefois pas discuter ces questions dans une revue de chirurgie, et nous nous contenterons d'indiquer ici les résultats que donnent ces méthodes dans les diverses affections. A côté de la sérothérapie du tétanos et des infections streptococciennes qui, comme celle de la diphtérie, reposent sur des bases précises, sur la connaissance du microbe en cause, sur ses réactions biologiques et expérimentales, nous parlerons des tentatives sérothérapiques faites contre les diverses tumeurs. Ici, pas de données expérimentales positives, pas de renseignements sur le parasite. L'étude clinique est la seule donnée actuelle; on comprend donc les hésitations que l'on peut encore avoir à conclure. Nous dirons où en sont actuellement les observations sur ce point. Enfin nous terminerons par un exposé de la *toxicothérapie* des tumeurs malignes, méthode fondée sur des principes absolument différents.

Tétanos. — Nous avons eu déjà l'occasion de parler de la sérothérapie du *tétanos*[1]. Les résultats qu'on en a obtenus n'ont pas été bien brillants. Aussi Roux et Vaillard, en présence des difficultés rencontrées à guérir cette redoutable infection, ont-ils conseillé de chercher à la prévenir. On doit, disent-ils, injecter préventivement de l'antitoxine toutes les fois qu'on se trouve en présence d'une plaie susceptible de donner le tétanos, lors de plaie souillée de terre par exemple. De petites doses suffisent, en effet, pour prévenir le tétanos, alors que de grandes peuvent ne pas le guérir. Certains chirurgiens ont, depuis quelques années, suivi cette pratique et n'ont pas observé de tétanos; mais on sait combien cette maladie est rare aujourd'hui dans nos services hospitaliers. Aussi ne peut-on affirmer que les injections, qu'ils ont faites, ont

[1] *Revue générale des Sciences*, 1893, p. 670.

prévenu des tétanos qui, sans elles, se seraient développés. Ces injections préventives devront être faites d'une manière systématique lors de tétanos épidémique, en temps de guerre, par exemple, en particulier lorsqu'on opère dans des contrées où le tétanos existe d'une manière endémique. Alors seulement, si elles donnent ce qu'on est en droit d'en attendre, on pourra affirmer leur absolue efficacité [1].

Infections à streptocoques. — Bien que la fièvre puerpérale et l'érysipèle traumatique aient à peu près disparu de nos services hospitaliers, on a encore quelquefois l'occasion de les y observer sur des accouchées du dehors ou sur des blessés pansés sans soin antérieurement. Aussi est-il intéressant pour le chirurgien de connaître les avantages qu'il peut tirer des injections de sérum antistreptococcique préconisées presque à la même époque par MM. Marmorek et Roger. Il semble à peu près démontré actuellement que le sérum antistreptococcique, provenant d'animaux immunisés au moyen de cultures soit actives, soit stérilisées, ne présente aucun inconvénient et qu'il donne des résultats d'autant meilleurs qu'on intervient plus tôt.

Tuberculose. — Dans quelques cas d'*ulcérations tuberculeuses cutanées*, des injections de sérum de chiens rendus tuberculeux par Charrin et Pottevin ont, entre les mains d'Auguste Broca, donné des résultats appréciables. Associées, au besoin, à l'intervention chirurgicale, ces injections, faites au-dessous de la lésion tuberculeuse locale, constitueraient un modificateur efficace de certaines ulcérations cutanées. On ne peut encore se prononcer à l'égard de ces injections, d'une manière définitive, la durée d'observation n'étant pas encore suffisante dans une affection d'évolution aussi lente que la tuberculose.

Cancer. — Deux méthodes de traitement non opératoire ont été préconisées dans ces derniers temps contre le cancer. Depuis longtemps, on sait que le développement d'un érysipèle chez un malade porteur d'une tumeur peut avoir pour résultat d'amener la nécrose, l'atrophie, voire même la guérison radicale de la tumeur, ce qui lui a valu le qualificatif d'érysipèle curateur. Se fondant sur ces données de la clinique, Fehleisen, après la découverte du streptocoque, eut recours à l'injection de cultures de ce microbe pour la cure de tumeurs malignes; sa méthode fut rapidement abandonnée.

Il était difficile d'obtenir et d'entretenir des cultures de streptocoques virulentes. De plus, la méthode n'était pas sans dangers. Un malade inoculé par Janike succomba des suites de l'inoculation.

Aussi, lorsque l'étude des produits de sécrétion des microbes eut révélé que ces produits, injectés aux animaux, pouvaient reproduire le tableau symptomatique de l'infection par les microbes eux-mêmes, on songea à rechercher si les toxines du streptocoque n'exerceraient pas sur les tumeurs malignes la même action que l'érysipèle. Lassar (de Berlin), bientôt suivi par Spronck en Hollande et par Coley en Amérique, eut recours à ces injections de toxines. Il est aujourd'hui établi que les toxines streptococciques, injectées en n'importe quel point du corps chez un malade porteur d'une tumeur maligne, provoquent habituellement dans la tumeur une dégénérescence rapide qui peut aller jusqu'à la nécrose, et qui semble même pouvoir, à la longue et dans quelques rares cas, amener la guérison.

En avril de cette année deux expérimentateurs allemands, Emmerich et Scholl, annoncèrent qu'ils avaient guéri des cancers récidivés et des sarcomes par du sérum de mouton inoculé au moyen de cultures d'érysipélocoques. Leur communication n'a malheureusement pas tardé à recevoir des faits un éclatant démenti. Bruns (de Tubingue) dit avoir constaté des accidents à la suite de ces injections (fièvre, dyspnée, cyanose, affaiblissement du cœur, vomissements) et n'avoir obtenu aucun résultat thérapeutique. Il en a été de même dans le service de Thiersch. Enfin le professeur Angerer (de Munich) porta à cette méthode un coup encore plus violent en annonçant que les résultats obtenus n'étaient pas conformes à ceux publiés par Emmerich et Scholl, que, bien plus, une des malades, publiée par eux comme guérie, était en réalité morte de sa récidive cancéreuse.

En juin, notre ami, M. Répin, publiait de son côté, les résultats qu'il avait obtenus à Paris. Injectant sous la peau un bouillon de culture streptococcienne, stérilisé soit par la filtration sur bougie de porcelaine, soit par chauffage, il vit la toxine, injectée à distance, produire sur la tumeur une action élective et amener dans un cas de sarcome une nécrobiose partielle du néoplasme, qui cependant repullula. Dans aucun cas il n'obtint de guérison véritable. Tandis que Coley admettait que la toxine agissait en détruisant le parasite (hypothétique) des tumeurs malignes, Répin croit qu'il s'agit d'une véritable intoxication élective des tissus néoplasiques. Les injections de toxines agissent

[1] L'expédition de Madagascar serait actuellement un terrain d'études excellent pour cette question, le tétanos y étant, de notion courante, d'une grande fréquence, et y ayant été observé non seulement à la suite de blessures, mais même après de simples injections de morphine. Nous espérons que le corps expéditionnaire s'est largement pourvu à l'Institut Pasteur de sérum antitétanique et qu'au cours de la campagne on n'aura pas eu à enregistrer de mort par tétanos.

d'autant plus facilement que la tumeur est plus volumineuse, plus exubérante, jouissant d'une vitalité cellulaire plus affaiblie, offrant, par suite, une prise plus facile au poison. Les résultats seraient, suivant lui, plus évidents, si l'on pouvait obtenir une intoxication brusque et continue, analogue à celle de l'érysipèle, au lieu de l'intoxication intermittente des injections qui ne tardent pas du reste à perdre toute action, l'immunisation suivant rapidement leur emploi.

Dans un autre ordre d'idées, MM. Richet et Héricourt, supposant que le suc des tumeurs malignes contenait une toxine, ont inoculé un âne avec du suc de sarcome. Avec le sérum de l'animal ainsi traité, ils ont fait des injections à deux malades atteints l'un de tumeur de l'estomac, l'autre de sarcome thoracique récidivé et, dans les deux cas, ont obtenu de réelles améliorations. Si l'avenir confirme ces premières données, ce sera là une des découvertes les plus importantes de notre époque. La gravité du cancer, l'impuissance dans laquelle nous sommes souvent en présence de cette terrible affection, font que nous souhaitons vivement de voir de nouvelles observations affirmer la réalité de ce traitement. Malheureusement rien encore ne nous permet de voir là un fait établi. Peut-être le cancer de l'estomac n'était-il qu'une gastrite avec périgastrite ? Peut-être le sarcome costal n'était-il qu'une tuberculose à forme néoplasique?

En 1890, Billroth à Vienne, nous-même et Pilliet à Paris, appelions l'attention sur certains cancers de l'intestin qui n'étaient en réalité que des formes spéciales de tuberculose ; plus récemment le professeur Cornil, trouvant des bacilles dans un ostéosarcome à myéloplaxes, a pu en affirmer la nature tuberculeuse; quoique peu connues, ces formes de tuberculose simulant des néoplasmes n'en existent pas moins et doivent nous mettre en garde contre des faits jusqu'ici isolés.

Les recherches de MM. Richet et Héricourt ont été presqu'immédiatement reprises par Boinet, qui injecta soit dans les veines, soit dans le tissu cellulaire sous-cutané de 4 ânes et de 10 chiens des tumeurs cancéreuses non ulcérées, et inocula aux malades le sérum d'animaux injectés avec la même variété anatomo-pathologique de cancer. Il a ainsi obtenu une diminution des douleurs et des hémorragies, en même temps qu'une amélioration de l'état général. Jamais il n'a obtenu de guérison complète. En somme, pas de résultat définitif.

Aussi devons-nous jusqu'ici être réservé à l'égard de ces traitements sérothérapiques, qui ne reposent pas sur des bases aussi bien établies que ceux de la diphtérie, du tétanos ou de l'infection streptococcienne. Nous devons l'être d'autant plus que Ferré aurait vu la congestion périphérique d'un ulcère cancéreux diminuer et ses bords s'affaisser à la suite d'injection de sérum d'âne non immunisé.

Nous resterons dans la même réserve à l'égard du traitement sérothérapique des lymphadénomes, pratiqué par M. Delbet. Toutes ces tentatives de sérothérapie contre les diverses formes de cancer (carcinomes, sarcomes, lymphadénomes) demandent confirmation, d'autant que la nature microbienne de ces diverses affections n'est pas encore établie, que, pour quelques-unes même, elle resterait problématique. Le plus sûr est encore de faire un diagnostic précoce et une ablation large du néoplasme. Celle-ci peut donner des résultats définitifs excellents, comme le prouve la statistique récente de Halsted, qui, enlevant largement les mamelles cancéreuses avec la peau, la portion thoracique du grand pectoral et le contenu de l'aisselle depuis son sommet, obtient 73 pour 100 de guérisons définitives.

II. — Crane et Rachis.

Trépanation du crâne. — Les observations de trépanation pour tumeurs cérébrales, pour fractures, se multiplient chaque jour. La question est aujourd'hui tranchée, et le chirurgien n'hésite plus à intervenir. Ce qui est, au contraire, beaucoup plus discuté et beaucoup plus discutable, c'est l'utilité de la trépanation dans les aliénations mentales. A cet égard nous devons mentionner un mémoire très documenté de M. R. Sémelaigne qui a réuni la plupart des observations étrangères. La lecture des faits nous montre que nous n'en sommes encore actuellement qu'à la période empirique et expérimentale. L'avenir seul nous dira si la trépanation mérite d'acquérir droit de cité dans la thérapeutique de l'aliénation.

Appareil auditif. — Il y a deux ans, nous avons eu l'occasion de parler ici même du curage de la caisse, préconisé par Stacke[1].

Depuis cette époque, la chirurgie de la caisse et de l'apophyse mastoïde a fait l'objet de nombreux travaux, parmi lesquels nous signalerons particulièrement ceux d'Aug. Broca et de Lubet-Barbon. La trépanation limitée à l'apophyse suffit pour les suppurations mastoïdiennes consécutives aux otites aiguës, la caisse guérissant ensuite d'elle-même. Mais il n'en est plus ainsi, quelle que soit l'acuité de la lésion apophysaire, lorsqu'à l'origine du mal est une suppuration chronique de la caisse. En pareil cas, on ne tarit la suppuration que si l'on assèche sa source, et cette source est dans la caisse. De là l'indication d'agir sur celle-ci en même temps que sur l'apophyse.

Tantôt on constate une lésion mastoïdienne ma-

[1] *Revue des Sciences*, 1893, p. 670.

nifeste, abcès ou fistule, et, après avoir évidé l'apophyse, on pousse la brèche jusque dans la caisse; tantôt, après avoir abordé directement la caisse atteinte de suppuration chronique par l'opération de Stacke, on trouve dans l'aditus, dans l'antre, dans les cellules de la pointe, des lésions cliniquement latentes que l'on poursuit de proche en proche, et finalement on évide l'apophyse.

Dans les deux cas, le résultat final est le même : une vaste cavité rétro-auriculaire qui conduit librement jusqu'au fond de la caisse. Ainsi conduite, l'intervention donne des résultats excellents.

Ablation du ganglion de Gasser. — Certaines névralgies faciales, par leur intensité et par la résistance qu'elles opposent aux divers modes de traitement, autorisent des interventions sanglantes.

Lorsque la névrotomie périphérique échoue, on se trouve amené à faire la résection intra-cranienne du nerf, à extirper le ganglion de Gasser. Un récent mémoire de Beck permet de se faire une idée de la valeur de cette intervention.

La voie temporale semble la meilleure; le danger est la déchirure de la méningée moyenne au moment où l'on soulève le fragment osseux. 41 opérations ont donné 35 guérisons et 6 morts.

Chirurgie du rachis. — La chirurgie du rachis ne semble pas faire grand progrès. Portée à Lyon devant le dernier Congrès de Chirurgie, cette question reste encore pleine d'inconnues. A l'heure actuelle, ce n'est, comme l'a dit le rapporteur, M. Kirmisson, qu'une chirurgie d'exception. Quelques faits, apportés dans la discussion par Gross, Vincent, Michaux, etc., établissent cependant quelques points.

Il est indiqué de débrider les *plaies par armes à feu* pour en faire l'antisepsie, les simplifier, les débarrasser des corps étrangers, projectiles et esquilles, en assurer l'hémostase. Si l'on arrive sur un fragment d'os enfoncé vers la moelle, il est possible de le relever ou de l'extraire, comme l'a fait avec succès Tillenbaum dans un cas.

Lors de lésion médullaire consécutive à un *mal de Pott*, il faut aborder le canal rachidien par une incision latérale. Ce point, bien mis en relief par Vincent, il y a quelques années, est accepté aujourd'hui par les divers opérateurs. La voie latérale est la meilleure voie d'accès vers les parties antérieure et latérale des corps vertébraux.

A propos des *abcès rétro-pharyngiens*, nous mentionnerons le plaidoyer de J.-J. Reverdin en faveur de l'opération de Burckhardt. Celui-ci incise le long du bord interne du sterno-mastoïdien, au niveau du larynx; passant entre la carotide interne et le larynx, il arrive très facilement dans l'espace rétro-pharyngé. Ce procédé serait d'une exécution beaucoup plus aisée qu'on ne le suppose au premier abord.

La *ponction lombaire du rachis* a été préconisée par Quincke comme ayant une réelle valeur thérapeutique. Il semble qu'il n'en soit rien. Sa valeur diagnostique même est contestée. Certes, dans la méningite tuberculeuse, le liquide peut être clair et contenir des bacilles; dans la méningite suppurée il peut être trouble, purulent, et contenir des microbes pyogènes. Mais il n'y a rien d'absolu, et, dans deux cas, où, par la ponction, il avait retiré un liquide clair, Stademan a trouvé à l'autopsie une méningite suppurée.

III. — Cou.

Goître. — Malgré l'obscurité qui règne encore sur la physiologie normale du corps thyroïde, les travaux publiés sur sa pathologie deviennent de jour en jour plus nombreux. Nous ne parlerons pas ici de l'*extirpation du goître*. La question est aujourd'hui tranchée, et l'important travail de Kocher relatant 1.000 opérations pratiquées par lui, avec une mortalité de 1 pour 100, n'a fait qu'apporter une statistique de plus à la question aujourd'hui bien tranchée de l'extirpation du goître. L'*exothyropexie* que nous avons décrite l'an dernier, lors de son apparition [1], ne semble pas devoir se substituer à la méthode plus radicale de l'ablation. L'imperfection des résultats, la longueur du traitement, font que les chirurgiens lui préfèrent en général l'extirpation; c'est toutefois une ressource utile dans certains cas déterminés. Pour notre part, nous y avons eu recours dans un cas de goître suffocant où l'extirpation aurait été impossible, et où, pour parer à des accidents d'asphyxie immédiate, l'exothyropexie nous a paru un moyen plus simple, plus rapide et moins aléatoire que la trachéotomie palliative jusqu'alors pratiquée. Dès que le corps thyroïde goitreux a été amené à l'extérieur, les accidents ont cessé. C'est donc une méthode que nous croyons devoir recommander en pareille circonstance.

Les traitements anciens du goître par les injections sont aujourd'hui abandonnés par le plus grand nombre des chirurgiens. Dangereux dans certains cas, ils ne semblaient guère avoir d'action que dans la variété de goître dite goître parenchymateux, sorte d'hypertrophie générale du corps thyroïde; or il vient d'être démontré que ces goîtres parenchymateux peuvent guérir par un traitement purement médical. Des expériences sur les animaux, faites sous la direction de Kocher, ont montré que l'*alimentation thyroïdienne* prolongée déterminait une atrophie du corps thyroïde, et

[1] *Revue générale des Sciences*, 1894, p. 688.

qu'elle pouvait même arriver à supprimer ses fonctions. Il était donc indiqué de recourir, dans le cas de goître, à l'alimentation thyroïdienne; c'est ce qu'ont fait Kocher (de Berne) et Bruns (de Tubingue). Ce dernier donne, au début, 10 grammes de glande fraîche pendant huit jours pour les adultes, 5 grammes pour les enfants; puis il se contente de l'ingestion de tablettes d'extrait thyroïdien préparées suivant la méthode de White. Sur 60 malades ainsi traités il a obtenu 14 guérisons, 20 disparitions presque complètes, 9 améliorations; 17 fois seulement le traitement est resté sans résultat. Ces faits se passent de commentaires. Les résultats, nuls dans les formes colloïdes, kystiques, fibreuses, seraient bons dans les goîtres diffus, d'autant meilleurs que le goître serait plus récent et l'individu plus jeune. Les récidives pourraient se produire après cessation de l'alimentation thyroïdienne.

Se fondant sur les grandes analogies qui existent entre la glande thyroïde et le thymus, Mickulicz a remplacé l'ingestion de corps thyroïde par l'administration de thymus de mouton finement haché et étendu sur du pain, à la dose de 15 à 25 grammes, trois fois par semaine. Les résultats ont été bons (une disparition complète, neuf diminutions, un insuccès).

Les interventions chirurgicales, jusqu'à ces derniers temps très rarement pratiquées dans la *maladie de Basedow* ou goître exophthalmique, sont devenues plus fréquentes. Trendelenburg, Rydigier, Mikulicz, ont eu recours à la ligature des artères thyroïdiennes. Le plus grand nombre des chirurgiens se sont attaqués directement au corps thyroïde. Krönlein et Kocher, en Suisse, Championnière, Gérard, Marchant, Tuffier, en France, se sont attaqués au lobe le plus hypertrophié et ont fait des thyroïdectomies partielles, qui ont été suivies de succès. Ces opérations, pratiquées à l'état isolé et d'une manière empirique, il y a une quinzaine d'années, deviennent, en quelque sorte, rationnelles aujourd'hui, la maladie de Basedow étant pour beaucoup d'observateurs le résultat d'une hypersécrétion thyroïdienne.

Tubage dans le croup. — Jusqu'à l'an dernier, le tubage du larynx dans le croup, pratiqué pour la première fois à Paris, en 1858, par Bouchut, n'a guère été employé dans notre pays, malgré les nombreux travaux publiés en Amérique à la suite des communications d'O'Dwyer. Si quelques médecins l'employaient, tel le Dr Jacques (de Marseille), ils restaient isolés, et la trachéotomie régnait en maîtresse. Chose intéressante à noter, c'est, non pas un médecin, mais un bactériologiste, partant un savant non imbu des idées régnantes, qui, frappé des résultats obtenus par le tubage, l'a préconisé et l'a fait triompher dans notre pays. Depuis que, dans sa communication de septembre 1894, au Congrès de Buda-Pesth, sur la sérothérapie de la diphtérie, Roux a exprimé l'espoir de voir l'intubation du larynx remplacer la trachéotomie, on s'est mis dans les hôpitaux à recourir largement au tubage. Actuellement la question est encore à l'étude; mais tout fait prévoir que, sous peu, la trachéotomie sera délaissée, au grand bénéfice des enfants.

IV. — Abdomen.

Estomac. — Dans ces dernières années, de nombreux procédés ont été préconisés pour arriver à empêcher d'une manière complète la déperdition du suc gastrique et du contenu stomacal après la *gastrostomie*.

Hahn fait, pour découvrir l'estomac, une première incision au-dessous du rebord costal; puis, par une deuxième incision, au niveau de la partie interne du huitième espace intercostal, en un point que n'atteint jamais la plèvre, il passe la main, saisit l'estomac et l'attire. Les cartilages costaux agissent sur la bouche stomacale, pratiquée à ce niveau, comme la pince-robinet de la pipette de Mohr, et empêchent l'élargissement de la fistule. Von Hacker cherche à fermer la fistule en l'enserrant dans une boutonnière musculaire; son incision verticale passe à 2 ou 3 centimètres à gauche de la ligne médiane. Il attire l'estomac à travers une boutonnière du muscle droit antérieur.

D'autres ont cherché simplement à constituer un canal assez long. Frank fait une première incision le long du rebord costal, et, parallèlement à lui, attire dans cette incision un cône stomacal qu'il y fixe; à 3 centimètres au-dessus il fait une deuxième incision d'un centimètre et demi, y passe une pince et attire à son niveau le cône stomacal, constituant ainsi un trajet sous-cutané. Combinant le procédé de Hahn à celui de Frank, Ceccherelli incise la peau au niveau du septième espace intercostal, puis pénètre dans l'abdomen par le huitième. L'estomac, attiré dans ce trajet coudé, se réfléchit sur la septième côte. On a ainsi, comme dans le procédé de Hahn, la possibilité d'attirer une partie d'estomac voisine du cardia et une pince costale; on a un trajet assez long comme dans le procédé de Frank; enfin ce trajet, coudé sur la côte, est ainsi pourvu d'une sorte de valvule.

Le procédé de Witzel cherche à réunir des avantages identiques par d'autres moyens. Witzel incise la peau obliquement le long du rebord costal; il divise longitudinalement le muscle droit, puis transversalement le transverse. Les trois incisions de la peau, du grand droit et du transverse se

croisent en étoile, ce qui assure la compression du trajet. Pour donner à celui-ci une certaine longueur, Witzel constitue, au-dessus de l'orifice stomacal, un canal par l'adossement de deux plis stomacaux réunis, au-dessus d'un drain, par des points passés suivant la méthode de Lambert.

Peu importe pour nous le choix du procédé. Pour ne pas voir s'écouler à l'extérieur les liquides stomacaux, il faut un canal muqueux d'une certaine longueur et un orifice petit, point bien précisé par le professeur Terrier, restant petit, résultat auquel on n'arrive qu'en supprimant, comme nous l'avons dit il y a déjà cinq ans, les obturateurs, qui n'aboutissent qu'à dilater la fistule.

Parmi les questions de chirurgie stomacale qui ont été particulièrement étudiées depuis notre dernière revue, nous devons mentionner le *traitement chirurgical de l'ulcère de l'estomac*. La résection de l'ulcère n'a été pratiquée que dans un très petit nombre de cas. L'opération est souvent difficile ou même impossible, à cause du siège de l'ulcère, de son étendue trop considérable, de la faiblesse extrême du malade en cause. La divulsion digitale de Loreta et l'opération pyloroplastique de Heineke-Mikulicz ne trouvent guère leur indication. Il semble que, dans la majeure partie des cas, ce soit à la gastro-entérostomie qu'on doive avoir recours. On remédie ainsi à la dilatation de l'estomac, au spasme réflexe du pylore, et l'on facilite la guérison de l'ulcère, qu'on met ainsi au repos. L'indication opératoire, en dehors des cas rebelles aux traitements médicaux, se trouve quelquefois fournie par une complication des gastrorrhagies, une perforation de l'estomac. Dans ce dernier cas, il ne faut pas s'attarder à chercher une occlusion parfaite de l'ulcère; il faut nettoyer la cavité abdominale, limiter autant que possible un foyer juxta-stomacal et le drainer largement. Un malade que nous avons ainsi opéré *in extremis*, et qui a guéri, montre le bien-fondé des pratiques simples et rapides en pareil cas.

Foie. — La question des affections des voies biliaires continue à faire l'objet des travaux des chirurgiens. Cette année, c'est le canal cholédoque qui a particulièrement attiré l'attention : son anatomie a été étudiée par M. Quénu, qui a bien précisé les rapports de ses deux portions, sus-duodénale et rétro-duodénale. Sa pathologie a fait l'objet d'une série de travaux résumés et bien classés dans la thèse fort intéressante d'un élève du Professeur Terrier, M. le Dr Jourdan

Dans son travail, M. Jourdan montre l'importance qu'il y a à établir des distinctions entre les divers cas de cholédochotomie. La cholédochotomie primitive, associée ou non à une intervention sur la vésicule, est beaucoup plus grave que la cholédochotomie secondaire à une fistule biliaire complète. Le fait s'explique facilement, la rétention biliaire et les accidents infectieux, qui existent dans le premier cas, cessant à la suite de l'établissement d'une fistule. De là l'indication d'utiliser la cholécystostomie comme opération préliminaire, ce qui, malheureusement, peut être souvent impossible par suite de la rétraction de la vésicule et de l'imperméabilité du canal cystique.

V. — Rectum.

Rétrécissements. — On sait combien la nature des rétrécissements du rectum est encore discutée. La difficulté que l'on a dans la détermination des antécédents pathologiques des malades explique facilement cette indécision en l'absence d'examens anatomo-pathologiques de ces lésions. Jusqu'ici on ne possédait guère que quelques examens isolés, disséminés çà et là. Les ablations plus fréquentes du rectum, la possibilité d'avoir ainsi des pièces fraîches ont, dans ces derniers temps, rendu cette étude plus facile. Plusieurs mémoires que nous avons publiés avec M. Toupet, un travail important de M. Sourdille, ont, par la comparaison d'une série d'une vingtaine de pièces, permis de tracer l'histoire anatomique de cette lésion.

Les rétrécissements du rectum présentent trois types pathologiques : Type inflammatoire diffus, type syphilitique à nodules gommeux, type tuberculeux où l'on retrouve des follicules caractéristiques. Ces lésions, en quelque sorte spécifiques, occupent le tissu sous-muqueux; dans les trois cas le revêtement de la région subit des modifications identiques : disparition de l'épithélium cylindrique normal de la région, glissement, sur la région dépouillée, de l'épithélium pavimenteux stratifié venu de l'anus, quelquefois formation de pseudo-papilles, si bien qu'on assiste, dans les rétrécissements du rectum, à la genèse d'une véritable pachydermie rectale.

Fistules recto-vaginales. — Le traitement des fistules recto-vaginales larges et haut-situées était resté difficile, et les tentatives opératoires n'étaient malheureusement pas suivies de succès dans un grand nombre de cas. Aussi devons-nous signaler l'ingénieux procédé qu'a imaginé M. Segond, et qui nous paraît destiné à remplacer tous les autres. Après dédoublement de la cloison recto-vaginale, toute la partie sous-jacente à la fistule est extirpée, et le bout supérieur abaissé est suturé à la peau. La communication rectale se trouvant par le fait supprimée, l'occlusion de la perforation vaginale avivée est assurée par quelques points de suture.

Dilatation de l'anus. — Par une série d'expériences sur des chiens, M. Quénu a montré que la dilatation de l'anus ne s'accompagnait d'aucune lésion anatomique appréciable du muscle, d'aucune altération physiologique de l'appareil neuro-musculaire. Ces constatations l'ont amené à conclure que la diminution momentanée de tonicité sphinctérienne ne pouvait être rapportée qu'à une cause centrale. Quand on pratique la dilatation forcée de l'anus, on agit à distance sur la moelle, nous dit-il. On paralyse le centre ano-spinal par l'intermédiaire des nerfs sensitifs ; à l'aide d'une excitation violente de ces nerfs, on provoque, en un mot, un phénomène d'inhibition.

VI. — Appareil urinaire.

Hypertrophie prostatique. — L'an dernier nous avons mentionné les tentatives faites par White, de Philadelphie, et par Ramm, de Christiania, pour guérir l'hypertrophie prostatique par la castration double. Les opérations se sont depuis lors multipliées, et, dans un travail récent, Launois et Piquois ont pu en réunir 53 cas. Ces 53 cas ont donné 8 morts, soit une mortalité de 15 0/0 environ. C'est dire que la castration double chez le vieillard n'est pas absolument innocente. Dans plusieurs cas la mort a suivi une crise de manie aiguë.

Jusqu'ici ces tentatives opératoires n'ont guère été pratiquées en France. On leur oppose divers arguments. Les uns sont d'ordre scientifique ; l'hypertrophie de la prostate n'est pas une lésion localisée ; c'est, comme l'ont montré le Professeur Guyon et ses élèves, une partie d'un processus dégénératif qui intéresse tout l'appareil urinaire des vieillards. En même temps que la cirrhose hypertrophique de la prostate, on trouve une sclérose généralisée à tout l'appareil urinaire, à la vessie, aux uretères et aux reins ; d'autres arguments sont d'ordre sentimental et découlent de ce fait que l'homme éprouve la plus grande répugnance à se laisser priver des attributs palpables de son sexe. On sait que, chez certains malades, on a dû insérer dans le scrotum des testicules postiches en celluloïde, en verre, en gutta-percha, en aluminium.

Aussi comprend-on que certains chirurgiens aient cherché à obtenir des effets identiques à ceux de la castration double en conservant au malade ce que l'on pourrait appeler des testicules moraux. Harrison, Francis Haynes, Mears, ont fait la section des canaux déférents pour obtenir l'atrophie des testicules. Le professeur Guyon a de même eu recours à la résection étendue des canaux déférents, faisant ce qu'il appelle une castration physiologique par opposition à la castration anatomique.

Dans le même ordre d'idées, Mac Munn a pratiqué la ligature de l'artère spermatique, Richmond le bistournage, Isnardi la ligature des deux cordons.

Mac Cully a déterminé l'atrophie du testicule en y injectant de la cocaïne pendant deux mois.

Les résultats, obtenus jusqu'ici par ces divers procédés, ne nous permettent pas de poser de conclusion. Il semble, d'après les observations publiées, que les résultats fonctionnels ont été le plus souvent satisfaisants. Mais il faut bien savoir que bon nombre de prostatiques arrivent souvent, au bout d'un temps variable, à se passer de la sonde, et à uriner spontanément sans castration et sans ligature des artères iliaques. Aussi attendrons-nous encore avant de suivre les chirurgiens étrangers dans la voie où ils se sont peut-être un peu témérairement engagés.

De la sonde à demeure. — A une époque où bon nombre de chirurgiens, en province surtout, sont prêts à prendre le bistouri au moindre incident, il est bon de connaître ce qu'on peut obtenir de petits moyens, tels que la pose d'une sonde qu'on laisse à demeure. L'utilité de la sonde à demeure après la taille, la lithotritie, l'uréthrotomie interne, l'uréthrotomie externe, les fausses routes uréthrales, n'est pas à démontrer. Le bénéfice qu'en peut retirer le malade prostatique est, au contraire, actuellement discuté. Sans vouloir rejeter l'opération de la cystostomie que nous avons conseillée, il y aura bientôt dix ans, avec notre maître, le Pr Guyon, dans le traitement des cystites douloureuses, que nous acceptons avec Poncet dans certains cas d'hypertrophie prostatique, nous pensons que l'on en a notablement exagéré les indications. Souvent le malade retire un bien plus grand bénéfice du simple emploi raisonné de la sonde. Dans un récent mémoire, MM. Guyon et Michon en ont montré les avantages chez les prostatiques infectés. Alors qu'en pareil cas l'emploi de la sonde à demeure à Paris ne donne qu'une mortalité de 23 %, dans les mêmes conditions la cystostomie donne à Lyon 35 % de morts. Chez quelques malades la sonde, outre son rôle de drain vésical, en a encore un autre : celui de modeler en quelque sorte le canal, de faciliter le passage des instruments dans un urèthre devenu plus ou moins difficile.

La sonde peut cependant être cause d'accidents variés. Mais ces accidents sont, dit M. Guyon, le plus souvent le fait du chirurgien. La sonde est douloureuse parce qu'elle fonctionne mal, parce qu'elle est trop enfoncée ou qu'elle est obturée ; elle détermine des abcès dans la racine du pénis, parce qu'on a laissé la verge pendre, se couder, créant ainsi une compression continue de l'urèthre contre la sonde, au niveau de la coudure. Elle cause l'infection de l'urèthre et de la vessie, parce qu'on n'a pas usé

de précautions antiseptiques, parce qu'on n'a pas fait les lavages qui chassent les germes pathogènes. En résumé, on a le droit de dire que, si la sonde à demeure peut avoir des inconvénients, il est non seulement possible, mais même facile d'y obvier ou d'y remédier. Grâce à ces diverses précautions, sur lesquelles vient, très justement, d'insister le Pr Guyon, on peut non seulement éviter au malade une opération inutile, mais même le guérir plus sûrement et à moins de frais.

Émasculation totale. — Dans une communication au dernier Congrès de Chirurgie, M. Chalot (de Toulouse) semble adopter les conclusions récemment posées par Morisani, qui, en présence d'un cancer du pénis, enlève la verge et les bourses, alors même que le cancer n'a pas encore envahi toute la longueur de la verge. Les testicules seraient un encombrement inutile et leur suppression ne pourrait avoir aucune influence sur l'organisme général, puisque le cancer ne s'observe que chez des gens âgés et que le type masculin est devenu fixe. Nous sommes étonnés que ces chirurgiens n'aient jamais été à même d'observer les effets de la castration double chez l'adulte, et nous croyons qu'il est préférable de conserver les testicules toutes les fois que leurs enveloppes sont saines. Rien n'est plus simple que d'enlever la verge en entier avec les racines des corps caverneux et le bulbe, après fente médiane des bourses. En pareil cas, nous avons terminé l'opération en rapprochant les testicules séparés, et en fixant le bout vésical de l'urèthre à la limite postérieure de notre incision, faisant ainsi une uréthrostomie périnéale. Le résultat a été excellent, et notre malade enchanté d'avoir conservé les attributs de sa virilité.

Uretère. — La chirurgie de l'uretère a fait l'objet de nombreux travaux. Sans nous arrêter à décrire les diverses opérations pratiquées sur ce conduit, nous nous contenterons de parler du traitement des fistules de la partie terminale de l'uretère, plus fréquentes depuis que la vulgarisation de l'hystérectomie vaginale a conduit le chirurgien à blesser ce conduit au cours de l'ablation de l'utérus. Les procédés autoplastiques ne réussissent en général pas, ce qui tient à ce que l'uretère est oblitéré au-dessous de la fistule. La néphrectomie est certes un mode de guérison, mais elle supprime un organe sain. L'uretéro-colostomie, conseillée par Bardenheuer, Novarro, Reed et Chaput, expose d'une part à l'infection du rein, d'autre part à l'irritation de l'intestin par l'arrivée continue de l'urine. L'idéal était de conduire de nouveau les urines de l'uretère dans la vessie. C'est ce qu'ont fait avec succès en France M. Bazy, en Italie Novarro. Tous deux, par des procédés un peu différents, ont greffé le bout supérieur de l'uretère dans la vessie, faisant ce que Bazy a appelé une uretéro-cysto-néostomie, opération qui a été bientôt reprise par d'autres chirurgiens.

Cystites. — La pathogénie des cystites s'est enrichie de faits jusqu'ici peu connus. A côté des cystites ascendantes, par ascension d'un agent pathogène à travers les voies urinaires inférieures, et des cystites par propagation directe à travers les parois vésicales, on a décrit des cystites descendantes, survenues, en particulier, au cours des épidémies de grippe. M. Mathieu a, de plus, montré que l'emploi du bicarbonate de soude à doses élevées peut être le point de départ de poussées légères de cystite du col.

VII. — Gynécologie.

Endométrites. — La question de la *pathogénie* des endométrites est actuellement à l'étude. Une grande discussion a eu lieu sur ce point, en juin dernier, au Congrès de la Société allemande de Gynécologie. Les opinions les plus diverses s'y sont fait jour. Pour le rapporteur, Winckel, il faut diviser les endométrites en :

1° *Simples*, non bactériennes, résultant de troubles de la circulation, d'intoxications, d'infections générales, endométrites déciduales, endométrites exfoliatives;

2° Purulentes, *bactériennes*, déterminées par le gonocoque, le bacille tuberculeux, les streptocoques, les staphylocoques, les colibacilles, les saprophytes, etc.

Nous ne croyons pas que l'avenir sanctionne la classification établie par le gynécologiste allemand.

Une autre question, celle du *traitement* des endométrites, a été aussi abordée en France et en Allemagne. La tendance qui se dégage des diverses communications faites, c'est que, pendant ces dernières années, on a abusé du curettage, et qu'on lui a demandé plus qu'il ne pouvait donner.

Fibromes utérins. — Les procédés d'ablation des fibromes utérins continuent à se succéder, ce qui prouve qu'on ne possède pas encore le procédé définitif. Un point toutefois semble s'établir, c'est que l'hystérectomie abdominale totale est une bonne opération. Chaque année on voit de nouveaux chirurgiens s'en déclarer partisans. Aussi peut-on, dès maintenant, se demander si l'ablation totale de l'utérus fibromateux n'est pas la méthode de l'avenir.

Dr Henri Hartmann,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine,
Chirurgien des Hôpitaux.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

Le comparateur automatique enregistreur de M. le commandant Hartmann.

La *Commission internationale du mètre* a établi définitivement en 1889 une règle de platine portant à ses extrémités deux traits dont l'intervalle représente le *mètre étalon*. Les beaux appareils installés au *Bureau des Poids et Mesures* permettent d'établir des copies et des subdivisions de cet étalon, et de réaliser, avec une très grande précision, l'unification des mesures portant sur des règles à trait.

L'industrie se servant surtout, pour ses mesures de précision, de règles à bout, c'est-à-dire de règles dont la longueur est définie par l'intervalle entre les surfaces terminales, ces mesures ont dû être rapportées au mètre à trait. Le *Bureau des Poids et Mesures* emploie, dans ce but, la méthode de Fizeau, qui consiste à viser, au moyen du microscope du comparateur, le milieu de l'intervalle compris entre une pointe fine et son image dans la surface terminale de la règle. Cette méthode, d'une application délicate, n'est pas susceptible d'être introduite dans les ateliers de précision où l'on fait plus communément usage d'appareils à contact mécanique, tels que le pied à coulisse, le compas palmer, etc. Le service de l'artillerie, à la suite de longues recherches, a pu établir, pour les règles à bout, un comparateur donnant une précision inférieure à celle des comparateurs à visée, mais largement suffisante dans la pratique. Cet appareil a été établi par l'atelier de précision de la Section technique de l'Artillerie, dirigé par M. le chef d'escadron Hartmann et M. le capitaine Mengin. Il a déjà conduit à beaucoup de remarques intéressantes, et son étude n'est pas épuisée. M. Cornu, en le présentant à l'Académie des Sciences, l'a apprécié de la façon suivante :

« Les mesures obtenues avec ces appareils, étudiés et construits pour les besoins de l'artillerie, ont conduit à des conclusions qui dépassent de beaucoup, comme portée, le but spécial auquel ces appareils sont destinés.

« Parmi les résultats dont la métrologie tire un profit immédiat, on doit citer celui-ci : la comparaison des règles à bout s'effectue au millième de millimètre, lorsque les deux règles comparées sont faites du même métal et offrent à peu près la même forme; dans ces conditions, la différence des longueurs mesurées est sensiblement indépendante de la pression exercée par les pièces de contact (appelées palpeurs dans les comparateurs de ce genre); mais, lorsque les règles sont constituées par des métaux différents, la mesure différentielle dépend, dans une proportion considérable, de la pression des palpeurs.

« Cette difficulté, signalée depuis longtemps et évidente *a priori*, était restée, comme tant d'objections valables en théorie, sans base sérieuse pour définir la limite pratique des erreurs à craindre : le mode d'observation, si simple et si rapide, fourni par le comparateur automatique de M. le commandant Hartmann, a permis d'étudier méthodiquement cette cause d'erreur et d'en apprécier la gravité.

« Ce résultat, qui donne une infériorité notable à toutes les mesures absolues faites avec des règles à bouts, justifie l'exclusion de ce genre de règles pour les mesures de haute précision, dans tous les cas où la longueur à mesurer n'est pas déterminée par les surfaces extrêmes d'un corps solide.

« Il explique certaines divergences singulières reconnues dans les anciennes comparaisons de règles étrangères (construites en différents métaux) avec les étalons métriques français en platine, divergences qu'on attribuait volontiers aux observateurs, dont l'habileté et la conscience étaient pourtant à l'abri de tout soupçon. On voit clairement aujourd'hui que ces anomalies sont la conséquence inévitable de la matière des règles sur lesquelles l'opération a été effectuée. »

Indépendamment de ces conclusions si intéressantes au point de vue scientifique, l'appareil de M. le commandant Hartmann fournit une solution pratique de l'unification des mesures pour l'industrie avec une précision qu'il était impossible d'atteindre par les moyens actuels, et dont on a besoin néanmoins dans plusieurs genres de construction. C'est là un résultat des plus importants; aussi croyons-nous devoir donner une description sommaire de cet ingénieux dispositif.

Le comparateur automatique enregistreur (fig. 1, page 946) comprend quatre organes principaux :

1° L'appareil de mesure;
2° L'appareil enregistreur;
3° L'appareil moteur;
4° L'appareil d'alternance.

1° *Appareil de mesure.*

Un banc en fonte porte deux poupées, l'une fixe P_1, l'autre mobile P_2, terminées toutes deux par des pistons l_1 l_2 entre lesquels se placent les règles à comparer r.

Sur la poupée fixe P_1 se trouve un manchon-écrou H qui reçoit une vis filetée à gauche, du pas de 1^{mm} environ. Cette vis est constamment sollicitée dans le sens du vissage par un poids π de 70 grammes agissant à la circonférence d'un plateau R calé sur son extrémité. La vis appuie sur la tranche intérieure du piston l_1 par l'intermédiaire duquel elle transmet la pression du poids de mesure sur la règle comprise entre les deux poupées.

La poupée mobile P_2, qui renferme également une vis et un piston, peut être déplacée à l'aide d'un volant S monté sur une vis du pas de 5^{mm}, logée dans l'intérieur du banc, et la distance des tranches des pistons des deux poupées est indiquée à un moment quelconque par une division tracée sur un mètre souple qui se déroule devant un index.

2° *Appareil enregistreur.*

Le plateau R, calé sur l'extrémité de la vis de mesure, est muni de dix aiguilles a terminées à volonté par des crayons ou des plumes qui se déplacent de 2^{mm} pour une avance de la vis de $0^{mm},001$. Ces plumes peuvent marquer sur une feuille de papier placée sur un tambour T mû par un mouvement d'horlogerie.

Quand le plateau R est arrêté, une tige courbe i vient appuyer sur le cylindre enregistreur l'aiguille qui se trouve en regard du tambour qui y marque un point.

Les aiguilles sont numérotées de 0 à 9; les déplacements du plateau sont comptés entre l'aiguille zéro d'une part et le trait zéro de la feuille de l'enregistreur d'autre part, qui sont en coïncidence quand la vis est vissée à fond.

Dans ces conditions, si, avec une règle interposée entre les pistons des deux poupées l'aiguille 6 vient en regard de la division 34 du tambour, le nombre de divisions compris entre la pointe de l'aiguille-origine et le zéro de la graduation, est 600 + 34.

3° *Appareil moteur.*

Une petite dynamo, de 10 kilogrammètres environ,

actionne automatiquement les divers organes du comparateur.

Au moyen de divers renvois de mouvement, indiqués sur la figure, on obtient le résultat suivant : la règle à étudier étant placée entre les pistons l_1 l_2 et la machine mise en marche, la vis prend un mouvement uniforme, sous la tension du poids π, jusqu'à ce que les deux pistons appuient sur les extrémités de la règle; à ce moment le plateau s'arrête et la tige courbe i vient appuyer l'aiguille sur le tambour, où elle marque un point; puis la vis se met en mouvement en sens inverse, les pistons cessant d'appuyer sur les extrémités de la règle, et quand la vis a été écartée d'une certaine distance, son mouvement change de sens et recommence sous l'influence du poids π, comme au début de l'opération.

L'appareil fournira donc automatiquement une série de mesures dont chacune sera inscrite par un point marqué sur le tambour.

4° Appareil d'alternance.

Cet appareil est disposé de façon à présenter alternativement, entre les extrémités du piston, l'une et l'autre des deux règles à comparer. Pour cela, deux bras articulés parallèles à l'axe du banc sont actionnés par le moteur électrique et, à tour de rôle, déposent sur les pistons des poupées et reprennent les règles qu'ils supportent.

Les deux règles à comparer étant placées sur l'appareil et la machine mise en marche, on obtiendra sur le tambour deux tracés pointillés, dont l'écartement correspond à la différence de longueur des deux règles. L'allure des tracés permet de constater que l'on est dans des conditions satisfaisantes, notamment que la température est restée sensiblement constante, toute variation se traduisant par un déplacement du point figuratif. Quand les températures des règles sont bien égales, les deux courbes qui correspondent à chacune d'elles restent équidistantes, tandis que si l'une est à un moment donné plus chaude ou plus froide que le milieu ambiant, il se produit une modification momentanée de l'intervalle des courbes.

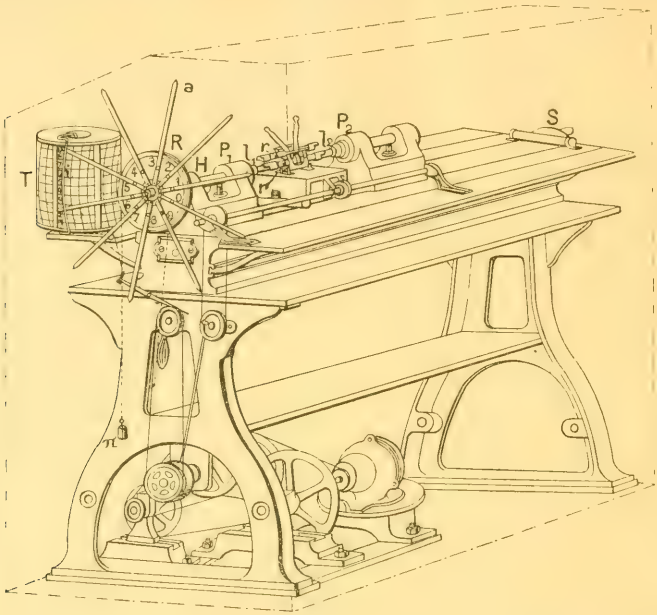


Fig. 4. — *Vue d'ensemble du comparateur automatique enregistreur.* — P_1, poupée fixe; P_2, poupée mobile; R, plateau porte-aiguilles; a, aiguilles; T, tambour enregistreur; π, poids de mesure; r, r', règles à comparer; S, volant de la poupée mobile; l_1, l_2, pistons entre lesquels se placent les règles à comparer; i, tige courbe appuyant sur les aiguilles.

En résumé, le comparateur automatique permet d'obtenir la comparaison des mesures à bouts à $\frac{1}{1000}$ de millimètre près. Il effectue cette mesure automatiquement, en enregistrant toutes les mesures, et élimine ainsi les erreurs accidentelles, ainsi que l'influence de l'observateur, ce qui en fait un appareil véritablement pratique.

G. Charpy,
Docteur ès sciences.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Delemer (Jules). — **Sur le mouvement varié de l'eau dans les tubes capillaires cylindriques évasés à leur entrée, et sur l'établissement du régime uniforme dans ces tubes.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in-8° de 78 pages. Gauthier-Villars et fils, Paris*, 1895.

La part des Mathématiques pures dans la thèse de M. Delemer n'est pas très considérable. Nous serons donc assez bref sur un travail qui appartient plutôt à l'hydraulique de laboratoire ou, si l'on veut, à la Physique, et ne rentre qu'incomplètement dans notre compétence. — On connaît les recherches de M. Boussinesq sur l'écoulement de l'eau dans les tubes fins, à régime permanent ou varié, à sections simples diverses. M. Delemer, évidemment élève de M. Boussinesq, applique ces méthodes générales aux phénomènes du régime graduellement varié qui se produisent à l'entrée des tubes.

Les méthodes d'intégration que nous rencontrons dans la thèse n'ont rien de bien nouveau et particulier à M. Delemer; les hypothèses simplificatives sont d'origine expérimentale; les calculs sont surtout numériques.

Une dernière partie est consacrée à la discussion approfondie des expériences faites en 1842 par le Dr Poiseuille sur l'écoulement de l'eau dans les tubes fins.

En un mot, le travail est de nature à intéresser plus les physiciens que les mathématiciens.

Léon Autonne.

Croneau (A.), *Ingénieur des Constructions navales, Professeur à l'École du Génie maritime.* — **Construction pratique des navires de guerre.** *Tome I : Plans et devis. Matériaux. Assemblages. Différents types de navires. Charpente. Revêtement de la coque et des ponts. Tome II : Compartimentage. Cuirassement. Pavois et garde-corps. Ouvertures pratiquées dans la coque, les ponts, les cloisons. Pièces rapportées sur la coque. Ventilation. Service d'eau. Gouvernails. Corrosion et salissure. Poids et résistance des coques.* 2 *vol. gr. in-8° de* 810 *pages avec* 764 *figures et* 1 *atlas de* 2 *planches.* (*Prix* : 33 *fr. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

Si l'on fait abstraction des publications spéciales, telles que le *Mémorial du Génie Maritime* ou le *Bulletin de l'Association Technique Maritime*, qui ne sont pas entre les mains de tout le monde, on doit reconnaître que la littérature relative à l'architecture navale n'est pas très abondante. Elle n'est surtout pas en rapport avec le développement considérable qu'a pris l'art de la construction dans ces dernières années. Le traité de M. l'Ingénieur de la Marine Hauser remonte à 1884, et tant d'idées nouvelles se sont fait jour depuis cette époque, tant de tentatives ont été faites avec des succès divers dans toutes les directions, que la nécessité se faisait vivement sentir de coordonner les faits accumulés et de mettre au point les progrès accomplis.

C'est ce que vient de faire M. Croneau, dont l'important ouvrage, conçu dans un esprit un peu différent de celui de ses devanciers, offre une description très complète et détaillée de toutes les principales solutions auxquelles ont donné lieu les types si divers des navires modernes.

Bien que ce traité vise spécialement les bâtiments de guerre, les premiers chapitres renferment des considérations générales dont tous les constructeurs de navires pourront faire leur profit. Nous citerons en particulier ceux qui concernent les matériaux de construction et le rivetage.

L'auteur entre ensuite dans l'étude de la charpente et du bordé extérieur. Il passe en revue, pour chacune des pièces de la coque, les systèmes adoptés par les différentes marines sur les divers types de navires : cuirassés, croiseurs, avisos, torpilleurs, paquebots. Bien que cette méthode d'exposition présente l'inconvénient d'entraîner quelques longueurs, elle permet de bien saisir la valeur relative des procédés employés, qu'il importe de connaître. Ce n'est, en effet, que par des séries de comparaisons faites à plusieurs points de vue, que l'on peut se faire une idée nette du mérite d'un système, dans une structure aussi complète que celle d'un navire de guerre.

Le tome I se termine par l'étude du bordé en tôle et du blindage des ponts.

Le tome II est consacré au compartimentage, au cuirassement et aux parties accessoires de la coque. On lira avec intérêt le chapitre traitant la question si débattue du cuirassement. Il n'est peut-être pas de point sur lequel se soient produites plus de divergences d'opinion et d'exécution. Mais quoique les conceptions qui ont donné naissance à des systèmes très variés ne soient pas dépourvues de valeur, celles qui ont prévalu dans la marine française paraissent soutenir avantageusement la comparaison. Un appendice à ce chapitre renferme les calculs relatifs au blindage des ponts obliques. Il est suivi de la description des plaques de cuirasse et de leur mode d'attache.

L'étude des ouvertures pratiquées dans la coque, dans les ponts et dans les cloisons a reçu un développement considérable. L'auteur décrit longuement les tubes de sortie des arbres porte-hélices, les tubes de jaumière et les diverses prises d'eau, les dalots, sabords, hublots, écubiers, les panneaux des ponts, les portes et vannes des cloisons étanches, les passages étanches des arbres, chaînes, câbles électriques, etc. Puis, après un chapitre sur les quilles de roulis, les supports d'arbres et autres pièces rapportées sur la coque, vient une description des plus détaillées des services si complexes de la ventilation et des pompes, et des appareils à gouverner.

Le tome II se termine par une revue des moyens employés pour combattre la corrosion et la salissure des carènes et par une étude générale des efforts auxquels les coques sont soumises.

Peut-être trouvera-t-on que le plan de cet ouvrage laisse un peu à désirer, que certaines parties ont été trop sacrifiées à d'autres de moindre importance. Néanmoins l'abondance des détails donnés sur chaque question, le choix judicieux des exemples, le soin avec lequel tous les points ont été mis à jour font du livre de M. Croneau un guide aussi intéressant que précieux à consulter.

L. Vivet.

Holzmüller (G.), *Director der Gewerbeschule zu Hagen i. W.* — **Methodisches Lehrbuch der Elementar-Mathematick.** — *Erster Theil. Zweite Auflage.* — 1 *vol. in-8° de* 230 *pages avec* 142 *fig.* (*Prix cartonné* : 3 *francs.*) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1895.

Nous signalons à nos lecteurs la seconde édition de cet ouvrage, qui a obtenu un grand succès en Allemagne dans l'enseignement des Écoles professionnelles et réales, auxquelles il est surtout destiné. Il contient les principes fondamentaux de la Géométrie, de l'Arithmétique, de la Trigonométrie et de la Stéréométrie, accompagnés de nombreuses applications pratiques.

2° Sciences physiques.

Brunhes (Bernard), *Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Dijon.* — **Cours élémentaire d'Electricité.** (*Lois expérimentales et principes généraux. Introduction à l'Electro-technique*). *Leçons professées à l'Institut industriel du Nord de la France.* — *1 vol. in-8° de 265 pages avec 137 figures.* (*Prix : 5 fr.*) *Gauthier-Villars et fils. Paris*, 1895.

Au sortir de l'Ecole Normale, tout en remplissant les fonctions de préparateur à la Sorbonne et s'occupant activement de l'étude de la réflexion cristalline, M. B. Brunhes avait fait en 1892-93, aux officiers de marine détachés à l'Observatoire de Montsouris des conférences d'électricité. Nommé maître de conférences à la Faculté des Sciences de Lille, et accessoirement chargé d'enseigner les éléments d'électricité aux élèves de la Section du Génie civil à l'Institut industriel du Nord de la France, M. Brunhes n'a eu que peu de modifications à apporter à ses premières leçons pour les approprier à son nouvel auditoire. Aux uns et aux autres, M. Brunhes a pensé qu'il fallait apporter des notions expérimentales, surtout au début du livre, surtout dans les définitions, et qu'il ne suffisait pas pour cela de résumer quelque bon ouvrage français ou étranger sans changer l'ordre des chapitres; on peut ainsi supprimer les paragraphes théoriques, mais on se condamne à les remplacer par des notions vagues et qui laissent le lecteur ou l'auditeur dans l'incertitude sur la vraie nature des principes exposés. On ne saurait, en conservant le plan d'un ouvrage d'enseignement supérieur, faire un vrai livre élémentaire. C'est le plan qu'il faut d'abord mûrir, et c'est l'originalité du plan qui fait l'originalité du livre de M. Brunhes, le détail étant nécessairement bon.

Tout le monde sait à peu près comment est construite une pile électrique, quels effets se produisent dans un fil métallique continu qui joint le charbon au zinc, dans une solution métallique où plongent les extrémités de ce fil coupé. Ces effets donnent la définition expérimentale du mot « courant électrique »; les lois de Faraday précisées fournissent immédiatement la définition de l'intensité de ce courant en ampères. La loi de Joule fournit la notion de résistance, et permet la mesure de celle-ci en ohms; les applications numériques sont possibles dès les premières pages. Les expériences de Pouillet, enfin, conduisent à la notion de force électromotrice; on donne de suite la description des voltmètres électrostatiques.

Ces trois notions fondamentales dans la pratique électrique sont introduites, dès le début, avec toute la précision nécessaire, sans passer par la voie détournée des définitions électrostatiques, en faisant appel à des notions déjà familières à tous. La suite du chapitre premier est occupée par le développement de ces notions.

Le Magnétisme forme le chapitre II. Après quelques notions sur les forces newtoniennes, l'auteur arrive rapidement aux propriétés des corps aimantés, à la définition de l'intensité d'aimantation, avec exemples détaillés, empruntés comme de juste à Ewing, puisque, en baptisant du nom d'hystérésis le vieux phénomène de l'aimantation résiduelle, et en faisant méthodiquement des cycles, comme Wiedeman — pour ne pas remonter au delà — Ewing est devenu le père du magnétisme pour les industriels.

Œrstedt, Biot, Savart, Laplace et Ampère ont conservé leurs droits sur l'électromagnétisme; ici, on doit au génie d'Ampère cette rare bonne fortune que l'ordre historique est aussi l'ordre logique; on peut simplifier, on ne saurait changer le mode d'exposition des principes. La simplification, due essentiellement à Maxwell, résulte de l'emploi systématique de la notion du travail électromagnétique et à l'acceptation, sans discussion déplacée dans un tel ouvrage, de l'identité des champs magnétique et électromagnétique. Après les électro-aimants, après la notion du prix du champ magnétique, nous arrivons à l'induction magnétique et au circuit magnétique.

M. Brunhes insiste autant qu'il est nécessaire sur la conservation du flux d'induction, et sur l'utile emploi de cette propriété pour le calcul rapide des électro-aimants, toujours avec exemples numériques à l'appui.

C'est seulement à la fin du chapitre IV, Mesures électriques, que se trouvent, à propos des condensateurs, les notions très réduites d'Electrostatique qui sont indispensables.

Le chapitre V traite de l'Induction, de la combinaison des courants périodiques, des pertes par hystérèse. Dans le chapitre VI, Unités électriques, il ne reste qu'à coordonner ce que l'on a appris peu à peu à propos de chacun des phénomènes; peu de pages y suffisent.

Nous voici aux deux tiers du livre; toutes les idées fondamentales sont acquises; le lecteur arrive bien préparé aux Principes d'Electrotechnique, chapitre VII, qui débute par quelques très bonnes pages sur le rôle industriel de l'Electricité. A signaler aussi les notions sur la production du champ dans les dynamos, les caractéristiques d'Hopkinson, et les propriétés générales des moteurs à courant continu (sections II-VI). Le chapitre se termine par une étude rapide des alternateurs et des moteurs à courants périodiques ou polyphasés, et quelques mots sur l'éclairage électrique.

Enfin, dans un court appendice M. Brunhes donne un aperçu des conséquences du principe de Carnot, appliqué aux piles électriques.

On peut voir, d'après cette rapide analyse, que ce livre est bien fait pour les lecteurs auxquels il est destiné. Il est nourri d'exemples numériques choisis et complets, et, comme tel, il pourra être plus utilement étudié que maint recueil de problèmes d'électricité. De telles publications, dont plusieurs jeunes professeurs de nos facultés de province ont donné l'exemple depuis quelques années, montrent bien qu'une forte culture mathématique ne détruit pas nécessairement le sens de la logique expérimentale, et que ce sont ceux qui connaissent le mieux le fond des choses qui sont les plus capables d'adapter le plan d'exposition à l'auditoire, et d'enseigner la même science le mardi à l'Institut industriel tout autrement et dans un tout autre esprit qu'ils n'ont fait le lundi à la Faculté.

Bien que M. Brunhes, devenu chargé de cours à Dijon, ne soit plus leur professeur, je ne doute pas que les élèves de l'Institut industriel de Lille ne soient fidèles à son enseignement et ne fassent à son livre le succès qu'il mérite. Marcel Brillouin.

Limb (Claudius), *Préparateur de Physique à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Essai sur la préparation du Baryum métallique.** — *Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.* — *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

A son important mémoire « Sur la mesure directe des forces électromotrices en unités absolues électromagnétiques » [1], qui constitue sa principale thèse, M. Limb a joint un second travail d'électrochimie contenant déjà des résultats fort intéressants et laissant espérer plus encore pour l'avenir. L'auteur indique un dispositif qui pourra, selon toute vraisemblance, servir à préparer couramment le baryum métallique par électrolyse du fluorure double de baryum et de sodium; il montre la production du baryum par électrolyse de l'hydrate de baryte en fusion, indique la production d'un baryum pyrophorique se combinant spontanément à l'azote de l'air, donne un mode de préparation d'un alliage de zinc et de baryum, et fait nettement ressortir la propriété qu'ont les sels haloïdes de baryum de se combiner avec leur propre métal.

Lucien Poincaré.

[1] La *Revue* donnera prochainement l'analyse détaillée de cet important Mémoire.

3° Sciences naturelles.

Girard (Jules), *Secrétaire-adjoint de la Société de Géographie.* — **La Géographie littorale.** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 231 *p. avec* 81 *fig. ou cartes.* (*Prix : 6 fr.*) *Société d'éditions scientifiques*, 4, *rue Ant.-Dubois. Paris*, 1895.

Dans cet ouvrage, M. Jules Girard a tenté de faire la synthèse des observations relatives aux phénomènes dont les rivages sont le théâtre : érosion, dépôt d'alluvions, mouvements lents des côtes. Il commence par étudier les mouvements des eaux de la mer : ras de marée, courants superficiels, propagation de la marée le long des côtes, courants de marée. Le second chapitre est consacré à l'érosion littorale. L'auteur donne des exemples de l'influence destructive exercée par les vagues et les courants d'une part, et de l'autre par les vents dominants; il étudie ensuite les phénomènes d'érosion sur les falaises de la Manche et sur les côtes des Pays-Bas. Il traite dans les deux chapitres suivants des formations littorales : bancs de sable, cordons littoraux, flèches, dunes, îlots et récifs coralligènes. Des considérations sur les deltas et sur les estuaires des grands fleuves forment le sujet des chapitres V et VI. Enfin l'étude des variations du mouvement du sol sur les côtes termine l'ouvrage. Il est illustré de figures souvent heureusement choisies. Mais il ne contient ni index, ni bibliographie générale.

Les personnes qu'intéresse la géographie physique des côtes appartiennent à des professions très diverses. C'est un domaine commun d'études pour les marins et les géologues, les océanographes et les ingénieurs hydrographes. Leurs observations sont dispersées dans des documents très nombreux. En cherchant à les rassembler, M. Girard s'obligeait à un labeur considérable. Il a rendu vraiment service en présentant les faits réunis sous une forme systématique.

Toutefois, nous nous permettrons quelques légères critiques. D'une façon générale, les références ne sont pas données avec assez de soin. Les ouvrages en langue allemande, défigurés par des barbarismes, sont souvent méconnaissables. Nous avons contracté maintenant de telles habitudes de précision, qu'en cette matière le laisser-aller n'est plus permis.

On s'étonne de lire (p. 29) la phrase suivante : « Adam de Brême rapporte qu'au XVIIe siècle on y faisait des récoltes » (dans l'île d'Héligoland), puisque Adam de Brême, auteur d'un Traité sur la Géographie du Danemark, a vécu au XIe siècle et non au XVIIe.

Malgré de petites négligences, l'ouvrage de M. Girard est utile et, en bien des points, intéressant. Et puis on publie en France si peu de travaux de Géographie générale que les essais dans le genre du sien sont dignes d'encouragement.

Henri Dehérain.

De Villars (E.), *Surveillant à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines.* — **Statistique générale des richesses minérales et métallurgiques de la France et des principaux Etats de l'Europe.** — 1 *vol. in*-4° *de* 250 *p.* (*Prix : relié*, 15 *fr.*) *Vve Ch. Dunod et P. Vicq, éditeurs. Paris*, 1895.

M. de Villars a entrepris la tâche ingrate de rassembler et de classer méthodiquement une foule de renseignements sur les principales mines et usines métallurgiques d'Europe. Il a ainsi produit un travail qui sera fort utile à beaucoup de personnes par le nombre d'indications qu'il contient tant au point de vue technique qu'au point de vue économique.

Cet ouvrage donne pour chaque mine l'indication des minerais, la superficie, la production, le nombre d'ouvriers employés, la situation financière; pour les usines métallurgiques, les produits usuels, les principaux appareils de fabrication et de travail, le nombre d'ouvriers, etc.

Un grand nombre de tableaux comparatifs complètent cette utile compilation G. C.

Caullery (Maurice), *Agrégé-préparateur à l'Ecole Normale Supérieure.* — **Contribution à l'étude des Ascidies composées.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *Un vol. in*-8° *de* 158 *pages, avec* 7 *planches hors texte.* (*Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique, tome* XXVII.) *Imprimerie L. Danel, Lille*, 1895.

M. Caullery s'est proposé l'étude de quelques points négligés de la biologie et de la morphologie des Ascidies composées; dans une première partie, il examine le phénomène de l'hivernage et un certain nombre de cas d'histolyse; dans une seconde partie, il compare la régénération et le bourgeonnement chez les diverses Synascidies, ce qui le conduit à des conclusions intéressantes au point de vue général sur la spécificité des feuillets embryonnaires.

Pendant l'hiver, l'aspect général des colonies change souvent beaucoup; parfois la génération estivale disparaît complètement (*Circinalium*); le bourgeonnement est moins intense et le développement des organes génitaux s'arrête. Mais les modifications que l'on remarque à cette saison ne sont pas bien profondes en somme, et sont dues vraisemblablement à la vieillesse des individus après la reproduction sexuée; ceux-ci meurent et tombent en histolyse dès le mois de septembre; l'hiver survient alors, qui retarde la croissance des bourgeons de remplacement, d'où l'aspect si particulier des colonies.

Les Ascidies présentent de nombreux exemples d'histolyse, organes génitaux après la saison de ponte, vieux individus de la colonie au début de l'hivernage, etc.; M. Caullery a examiné en détail le processus histologique de ce phénomène dans l'un et l'autre cas. En règle générale, il semble que l'histolyse commence par une dissociation des éléments anatomiques; ces éléments, mis en liberté, dégénèrent en se réunissant secondairement par paquets, leurs noyaux subissant le processus régressif de la chromatolyse; enfin la phagocytose survient par l'immigration de nombreuses cellules mésenchymateuses, qui entourent et font disparaître les éléments préalablement histolysés.

Le travail de M. Caullery apporte surtout une contribution de valeur à une question très controversée, celle du bourgeonnement : on sait qu'un bourgeon d'Ascidie est constitué à l'origine par une vésicule creuse, dont la paroi externe est constituée par l'ectoderme du parent, la paroi interne par un autre épithélium, et la région moyenne par du mésenchyme intercalé. Les divers modes de bourgeonnement peuvent se grouper en trois catégories : 1° les bourgeons apparaissent sur la paroi extérieure de la cavité péribranchiale (Botrylles); 2° ils se forment sur des stolons (Claveline); 3° chaque bourgeon se constitue par deux ébauches distinctes, au-dessous de la branchie (Diplosomiens). Non seulement ces bourgeons, dont l'état ultime est identique, se forment dans des régions différentes, mais ces régions elles-mêmes sont constituées par des feuillets différents : chez les Botrylles, par exemple, l'épithélium interne du bourgeon est le revêtement de la cavité péribranchiale, et par conséquent de valeur ectodermique (ce point a été mis en doute par Pizon, mais Caullery confirme les données antérieures); chez les autres Synascidies, cet épithélium interne provient de l'organe appelé épicarde, qui n'est qu'une partie de l'endoderme de la larve séparé de la cavité branchiale. Or, dans les deux cas, cet épithélium interne, de valeur ectodermique chez les Botrylles, endodermique chez les autres, donne naissance à des organes homologues : tube digestif, cavité péribranchiale, etc.

De plus, il ressort également de ces faits qu'un même organe, considéré chez l'oozoïte né du développement de la larve, et chez le bourgeon, peut avoir une origine toute différente : ainsi, chez les oozoïtes, la cavité péribranchiale est toujours formée par une invagina-

tion de l'ectoderme : chez les bourgeons (sauf Botrylles), elle est formée par des diverticules endodermiques. Le ganglion nerveux, le pavillon vibratile et la glande hypoganglionnaire des oozoïtes sont un complexe dérivant d'une unique ébauche ectodermique : chez les bourgeons (sauf Botrylles), ce complexe est d'origine endodermique comme la cavité péribranchiale.

Il en résulte que la notion des feuillets embryonnaires, si utile et si vraie en embryologie, ne peut être appliquée à la blastogénèse; n'importe quel feuillet peut donner naissance à n'importe quel organe. La blastogénèse est un phénomène essentiellement secondaire, épigénétique, dû à l'existence d'un tissu proliférateur ayant réacquis la plasticité embryonnaire, et devant, quelle que soit son origine, régénérer des organes identiques à ceux du parent. Chez les Aplidiens et Didemniens, le tissu proliférateur est l'épicarde, dont le plan de symétrie est celui de l'individu progéniteur, et il intervient aussi bien dans la régénération d'un *Cirrinalium* coupé que dans le bourgeonnement proprement dit, ce qui montre les liens étroits qui existent entre les deux processus ; chez les Botrylles, la zone de prolifération est le pourtour de la cavité péribranchiale, et les bourgeons n'ont aucune relation avec le plan de symétrie de l'individu progéniteur. L. Cuénot.

4° Sciences médicales.

Garnier (Dr L.), *Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy.* — **Chimie médicale. Corps minéraux, Corps organiques.** (*Manuel de l'Etudiant en médecine.*) — *1 vol. petit in-8° de 500 pages. Rueff et Cie, éditeurs,* 106, *boulevard Saint-Germain, Paris,* 1895.

Voici un petit livre qui, sous un faible volume, contient, fort bien présenté, un résumé général de l'étude des principaux corps de la Chimie minérale et de la Chimie organique considérés au point du vue médical.

L'ouvrage se divise naturellement en deux grandes parties : substances minérales et organiques. La première partie, après un exposé succinct des bases de la théorie atomique, aborde la description des métalloïdes et métaux et de leurs principaux composés, et, comme applications, donne l'examen des eaux et de l'air.

Après un chapitre de généralités, la Chimie organique indique les propriétés des substances de la série grasse et de la série aromatique et étudie à part, d'une façon assez détaillée, les alcaloïdes végétaux et les matières albuminoïdes qui présentent en médecine un grand intérêt.

Comme le fait remarquer l'auteur dans sa préface, cet ouvrage pourra rendre d'autant plus de services aux étudiants auxquels il est destiné que l'enseignement préparatoire des sciences, qu'ils devront suivre d'après les nouveaux programmes, permettra d'étendre dans les Facultés de Médecine les études de Chimie biologique; ces dernières études exigeront la connaissance d'éléments spéciaux que l'on trouvera exposés dans le livre de M. Garnier.

Tout en louant comme il le mérite l'ouvrage que nous présentons, nous devons dire qu'il renferme quelques inexactitudes: pourquoi notamment avoir fait figurer l'arabinose dans les sucres en C^6 quand il est établi depuis longtemps qu'elle est en C^5? Cette légère critique sera d'ailleurs facile à éviter dans une prochaine édition qui, en raison de la valeur de l'ouvrage, ne se fera certainement pas attendre. A. Hébert.

Lamy (Dr H.). — **La Syphilis des centres nerveux.** *1 vol. petit in-8° de 204 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché,* 2 *fr.* 50 ; *cartonné,* 3 *francs.*) *Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs, Paris,* 1895.

Les études personnelles antérieures de l'auteur, les recherches approfondies auxquelles il s'est livré sur l'anatomie pathologique du système nerveux donnent au livre de M. Lamy sur la syphilis des centres nerveux un intérêt particulier. Il a exposé dans ce volume l'état actuel de nos connaissances sur les manifestations précoces ou lointaines de la syphilis cérébro-spinale.

Un historique rapide montre les progrès successifs de la science : la notion de la syphilis nerveuse pressentie par les Anciens, démontrée par l'histologie pathologique ; les artérites cérébrales prouvées, enfin et plus récemment, la syphilis médullaire. M. Lamy décrit ensuite les caractères des lésions syphilitiques nerveuses, l'infiltration embryonnaire autour des capillaires sanguins, l'évolution sclérogène des lésions ou leur fonte granulo-graisseuse, la possibilité d'aboutir à une cicatrisation ou à la formation d'un foyer caséeux enkysté et, dans l'un et l'autre cas, à une lésion fixe, non progressive, s'alliant avec la guérison. Après ces considérations générales qui dominent tout l'ensemble de la question, M. Lamy étudie la syphilis cérébrale, puis, en une partie distincte, la syphillis médullaire ; il examine les diverses lésions anatomiques qu'elles provoquent, lésions des enveloppes, des vaisseaux, de la substance nerveuse, des nerfs qui en partent; il décrit avec méthode les symptômes si variés qui les accompagnent, les groupe en formes cliniques et en établit le diagnostic. Un chapitre terminal traite des moyens thérapeutiques à employer pour combattre ces manifestations nerveuses de la syphilis; les détails du traitement spécifique y sont exposés avec les moyens généraux et adjuvants.

Ce livre où l'anatomie pathologique et la clinique sont menées dans un parallélisme constant et se prêtent l'appui le plus logique, trouvera auprès du public médical l'accueil favorable dû à son mérite. Dr A. Létienne.

Reclus (Paul), *Professeur agrégé de la Faculté de Médecine de Paris, Chirurgien de l'Hôpital de la Pitié.* — **La cocaïne en chirurgie.** — *1 vol. petit in-8° de 192 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché,* 2 *fr.* 50 ; *cartonné,* 3 *fr.*) *Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs, Paris,* 1895.

M. P. Reclus a repris dans ce petit volume l'apologie de l'analgésie locale par la cocaïne. Il a tenu à préciser, encore une fois, son manuel opératoire et les indications de sa méthode. Il a plaidé avec son talent prestigieux la cause de la cocaïne, dont l'application reste, bien malgré lui, limitée aux interventions dites de petite chirurgie, et aux opérations ophthalmologiques. Et cependant, si d'aucuns peuvent encore être gagnés à la thèse de M. Reclus, ils le seront assurément par cet Aide-Mémoire, reflet d'une conviction sincère et écrit dans une forme aussi élégante que châtiée. Dr Gabriel Maurange.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 535e livraison.* (*Prix de chaque livraison,* 1 *fr.*) *H. Lamirault et Cie,* 61, *rue de Rennes.*

La 535e livraison contient d'intéressantes monographies des départements de la *Loire*, de la *Haute-Loire* et de la *Loire-Inférieure*, par M. A. M. Berthelot.

Beauregard (H.), *Assistant au Muséum.* — **Nos Bêtes, Animaux utiles et nuisibles.** — *Ouvrage paraissant en livraisons les 5 et 20 de chaque mois. Chaque livraison contenant 8 pages de texte et une planche en couleurs, est vendue 90 centimes. A. Colin, éditeur,* 5, *rue de Mézières, Paris,* 1895.

La livraison 13 renferme, sous la dénomination d'animaux producteurs, la description de l'*abeille* (miel) et celle du *bombyx du mûrier* (ver à soie).

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 Septembre 1895.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, une brochure intitulée : *Les limites actuelles de notre science*, discours prononcé par le Marquis de **Salisbury**, traduit par M. W. de Fonvielle.

1° Sciences physiques. — M. **Henri Moissan** présente un échantillon de carbone noir rencontré dans les terrains diamantifères qui se trouvent entre la rivière « Rio de Rancardor » et le ruisseau « das Bicas » dans la province de Bahia, au Brésil. Cet échantillon, qui pèse 630 grammes, est le plus gros échantillon de carbone trouvé jusqu'ici. — MM. **A. B. Griffiths** et **C. Platt** ont déterminé la composition chimique du pigment violet de la Méduse; les résultats de l'analyse correspondant à la formule $C^{20}H^{17}AzO^{7}$. Les solutions ne donnent pas de bandes caractéristiques d'absorption.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **R. Lépine** montre l'existence de la glycosurie phlorizique chez les chiens ayant subi la section de la moelle; ainsi, ayant coupé la moelle à différentes hauteurs, l'auteur injecte aux animaux une solution alcaline de phlorizine. Quatre heures après, la glycosurie se produit; elle ne diffère pas de celle observée chez les chiens sains après l'administration de la phlorizine.

J. Martin.

Séance du 30 Septembre 1895.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une lettre de M. J.-B. Pasteur, qui annonce la mort de son père **Louis Pasteur**, décédé à Villeneuve-l'Etang (Garches), le 28 septembre 1895. — M. **A. Cornu**, président, se fait l'interprète des sentiments de l'Académie et lève la séance en signe de deuil. — M. le Secrétaire perpétuel donne lecture des télégrammes adressés à l'occasion de la mort de **Pasteur**.

1° Sciences physiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la correspondance une « Etude sur la théorie mécanique de la chaleur » par M. **Ch. Brun**. — M. **d'Abbadie** transmet certaines informations d'après lesquelles le *Fram* aurait été aperçu par des Esquimaux sous 65°45′ de latitude. Le *Fram* est le navire où s'est embarqué, il y a deux ans, M. Nansen pour atteindre le pôle Nord. — M. **G. van der Mensbrugghe**, en se fondant sur l'évaporation spontanée des liquides, établit que toutes les théories capillaires de Laplace, de Gauss, de Poisson, de Neumann, de Mathieu, de Van der Wals, etc., sont en désaccord complet avec l'expérience; il insiste sur l'imprudence des auteurs de ces théories qui ont négligé de tenir compte dans leurs calculs des propriétés physiques les plus élémentaires des liquides. — M. **Camille Faure** signale un nouvel engrais azoté, le cyanate de calcium, susceptible de remplacer avantageusement le nitrate de soude. On soumet à l'arc électrique un mélange de calcaire et de charbon en présence d'azote, on termine par une oxydation avec le secours de l'air. — M. **P. Jourdain** adresse quelques réflexions à propos du discours de lord Salisbury sur les limites actuelles de notre science. — M. **Emile Blanchard** fait quelques remarques au sujet du même discours. Il insiste sur l'impossibilité, dans l'état actuel de la science, de concevoir une explication sur l'origine des êtres, et sur la possibilité de pouvoir espérer distinguer entre le transformisme et la fixité des espèces. Jusqu'ici aucune expérience ne permet de conclure au transformisme. — M. **T. Klobb**, par l'action de la potasse sur le phénacylcyanacétate d'éthyle, isole l'acide correspondant, lequel se décompose en présence d'un grand excès de potasse en acide phénacylacétique et ammoniaque. — M. **A. Behal** étudie la constitution des acides produits dans l'oxydation de l'acide camphol énique inactif. L'acide $C^{9}H^{10}O^{4}$ est l'acide diméthylsuccinique dissymétrique (diméthyl — 2,2 — butanedioïque); l'acide $C^{7}H^{12}O^{4}$ est l'un des deux acides diméthylglutariques; des expériences sont en cours pour fixer quel est celui de ces deux acides. — M. **A. Poincaré** communique un ensemble d'observations relatives à des effets des révolutions synodique et anomalistique de la lune sur la distribution des pressions dans la saison de printemps. — MM. **G. Hermite** et **Besançon** donnent des détails sur une double ascension nocturne, exécutée le 4 septembre. L'existence des deux courants aériens superposés et de sens inverse ont permis aux aérostats de marcher volontairement dans des directions opposées et de revenir au point de départ.

C. Matignon.

2° Sciences naturelles. — M. **R. Lépine** fournit les résultats qu'il a observés sur la glycosurie consécutive à l'ablation du pancréas spécialement dans les trente premières heures à partir de l'opération. Sur quatre-vingts expériences, la glycosurie débute, chez la moitié des chiens opérés et soumis à l'inanition absolue, dans les cinq premières et, chez les trois quarts, avant la neuvième heure. Dans la grande majorité des cas, la glycosurie acquiert rapidement une grande intensité. Enfin, le rapport du sucre à l'azote de l'urine a été étudié. Si on représente par 1 la quantité d'azote par litre, on trouve, au moment du maximum de la glycosurie, entre 5, 7 et 3, 1 (moyenne 3,8) de sucre par litre chez les chiens antérieurement bien nourris, et entre 4, 3 et 1, 5 (moyenne 3,2) de sucre chez les chiens antérieurement mal nourris. A partir du moment où décroît la glycosurie, le chiffre du rapport du sucre à l'azote diminue dans tous les cas où il était supérieur à 2,8, c'est-à-dire chez presque tous les animaux.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 24 Septembre 1895.

M. **Henrot**, s'inquiétant des ravages causés par le paludisme parmi les troupes françaises envoyées à Madagascar, pensant, d'autre part, que la principale cause de la maladie est la pénétration des hématozoaires par les voies respiratoires, propose l'adoption, par les troupes, d'un masque respirateur en toile métallique, doublé de coton qui arrête les éléments figurés du paludisme. Une discussion générale s'engage, à ce sujet, sur la prophylaxie du paludisme. On objecte à M. Henrot la gêne causée par son masque, qui souvent le fera abandonner par les soldats. En outre, il est fort probable que le paludisme se répand non moins par l'eau que par l'air. Dans ce cas, le masque n'est d'aucun secours.

Séance du 1er Octobre 1895.

M. le Dr **Mignot** envoie une note sur l'état sanitaire à la campagne pendant les grandes chaleurs de l'été de 1895. — Le Président annonce à l'Académie le décès de M. **L. Pasteur**, associé libre. La séance est levée en signe de deuil.

Séance du 8 Octobre 1895.

Le président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne de **M. le baron Larrey**, associé libre. La séance est levée en signe de deuil.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

J. Norman Lockyer, F. R. S.: Sur le nouveau gaz extrait de l'uraninite. — Le 28 mars, le professeur Ramsay eut la bonté de m'envoyer un tube rempli d'un gaz qu'il avait extrait de l'uraninite (clèveite); ce gaz présentait une raie dans le jaune qui se trouve être identique à la ligne D, que j'avais découverte en 1868. Le Dr Frankland et, quelque temps après, moi-même, nous émîmes l'opinion que cette raie pouvait être une raie de l'hydrogène, invisible dans les expériences de laboratoire; mais l'étude du soleil prouvera par la suite que cette idée n'était pas soutenable, bien que le gaz qui donne naissance à la raie fût certainement associé à l'hydrogène. Par la suite on a observé des raies de la chromosphère qui varient avec la raie jaune et le gaz hypothétique qui leur donne naissance a reçu provisoirement le nom d'hélium, pour le distinguer de l'hydrogène. Il était donc d'un grand intérêt pour moi d'établir si le nouveau gaz était véritablement celui qui cause le phénomène solaire en question; et je m'empressai d'adresser mes plus vifs remerciements au professeur Ramsay pour l'envoi du tube qui devait me permettre de me faire une opinion sur ce sujet. Malheureusement, on s'en était servi avant de me l'adresser, et le verre était tellement noirci que la lumière était invisible dans un spectroscope de dispersion suffisante pour trancher la question. Le 29 mars donc, le professeur Ramsay étant à l'étranger, je résolus, pour ne point perdre de temps, de chercher si le gaz qui avait été obtenu par des procédés chimiques, se produisait en chauffant dans le vide, suivant la méthode indiquée par moi à la Société en 1889, et M. L. Fletcher eut la bonté de me donner quelques parcelles d'uraninite (broggérite) pour me permettre de faire l'expérience. Je la fis le 30 mars et elle réussit; le gaz qui donnait la ligne jaune se produisit associé à une notable proportion d'hydrogène. J'ai obtenu depuis des photographies de spectres du gaz obtenu, tant avec des tubes à vide, soumis à l'action de la trompe de Sprengel, qu'à la pression atmosphérique sur le mercure. Aujourd'hui je me bornerai à présenter deux de ces photographies. L'une d'elles contient une série de spectres fins pendant que la pompe fonctionnait. Les deux spectres inférieurs révèlent l'introduction de l'air par une fuite due à un éclat du tube capillaire au voisinage d'une des armatures de platine; on y voit sur la même plate le spectre de bandes et le spectre de raies de l'air. Ceci prouve qu'il n'y avait pas d'air dans le tube quand on a pris le quatrième spectre. Cette photographie n'a pas encore été étudiée complètement, mais un examen préliminaire a prouvé que la plupart des raies sont dues au spectre de l'hydrogène, mais qu'elles n'en font pas toutes partie. Parmi les raies auxquelles on ne peut attribuer cette origine, il y a deux voisines respectivement de λ 4471 et de λ 4302, qui ont été observées dans la choromosphère; 4471 est aussi importante que D^3 elle-même au point de vue théorique, pour l'étude de la physique solaire. Pendant qu'on photographiait le spectre n° 4, on faisait des observations dans un autre spectroscope dirigé latéralement. Je donne, d'après mon carnet de laboratoire, les observations que j'ai faites pendant que je faisais la photographie n° 4, pour montrer que la ligne jaune a été visible pendant toute la durée de la pose.

JEUDI 4 AVRIL 1895, PLAQUE F, POSE 4.

10 *minutes de pose*

4.42 Commencement de la pose
4.43 La raie jaune prend un éclat considérable.
4.44 Subitement aussi brillante que celle de l'hydrogène.
4.45 Raie jaune double.
4.46 La comparaison avec D donne pour la raie jaune la position de D_3.
4.47 Pompe beaucoup moins pleine, J. c. c. de gaz recueillis. Raie jaune beaucoup plus brillante.
4.48 On met un interrupteur. Raie encore visible, mais très faible. Les raies de l'hydrogène prennent de l'éclat et quelques raies doubles apparaissent dans le vert.
4.48,5 On enlève l'interrupteur et la bouteille de Leyde. On ne voit plus que la raie jaune, qui est aussi brillante que C. Une raie dans le vert est la seule autre visible.
4.50 On remet la bouteille. Raie jaune brillante, les autres raies plus réfrangibles, également brillantes.
4.52 Très brillante. Sommet du tube presque rempli de gaz.

Voici les raies qui apparaissent à la fois dans les photographies du tube capillaire et dans celles du gaz recueilli sur le mercure. Les raies notées d'un astérisque sont voisines des raies observées dans la chromosphère par M. Young et moi-même et photographiées pendant l'éclipse de 1893 :

DIVISION DU MICROMÈTRE	LONGUEUR D'ONDE (ROWLAND)
2.495	4.581*
2.917	4.523*
2.981	4.513*
3.234	4.479
3.316	4.469.5*
4.146	4.368
5.740	4.196*
5.884	4.181
5.933	4.177*
6.139	4.156*
6.176	4.152,5*
6.262	4.144*
6.290	4.141

En ce qui concerne les observations dans le spectre visible, je n'ai pas trouvé que le gaz de l'uraninite produisît les raies de l'argon, telles que les a données M. Crookes; pas plus qu'à l'exception de la raie jaune, je n'ai obtenu des raies spéciales qu'il a notées dans le gaz. (Quatre d'entre elles, sur dix, me semblent pouvoir être dues à l'hydrogène.) Mais j'obtiens réellement des lignes presque en coïncidence avec les lignes de la chromosphère que j'ai découvertes en 1868. Le 6 novembre de cette année, j'ai soupçonné l'existence d'une raie plus réfrangible que C, et assez voisine d'elle pour qu'elles semblassent former un couple quand elles apparaissent toutes les deux avec éclat, comme D dans un spectroscope du pouvoir dispersif moyen. Plus tard, j'ai découvert une autre ligne à 6678,3 (R.) qui se montre variable en même temps que D^3. Il y a une ligne en cet endroit, avec la dispersion employée dans le spectre du nouveau gaz. Cette ligne a été également vue par Thulin, comme l'a indiqué le professeur Clève dans une communication à l'Académie des Sciences de Paris (C. R. 16 avril, p. 835); mais je n'ai pas observé les autres raies qu'il a données (sauf peut-être celle de 5016). Bien que je n'aie pu actuellement faire des comparaisons définitives avec les raies de la chromosphère, les mêmes fournies jusqu'ici donnent certainement un grand poids à la conclusion que le nouveau gaz donne réellement quelques-unes d'entre elles, et les photographies font penser que les raies de l'hydrogène constituent les autres. Je puis indiquer sous réserves que j'ai déjà obtenu la preuve que la méthode indiquée par moi peut finalement nous fournir d'autres gaz nouveaux dont les raies sont également associées à celle de la chromosphère. MM. Fowler, Baxandell, Shockleton et Buttler m'ont aidé dans diverses parties de ces recherches.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

6e ANNÉE N° 21 15 NOVEMBRE 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA DÉROUTE DE L'ATOMISME CONTEMPORAIN

De tout temps on s'est plaint d'être si peu d'accord sur les questions fondamentales qui intéressent le plus l'humanité. C'est de nos jours seulement que ces plaintes se sont tues : en fait, chose rare à toute autre époque, il règne aujourd'hui, à part quelques divergences encore, un accord presque complet en ce qui concerne la conception du monde extérieur. Notre siècle est le siècle du naturalisme. Interrogez le premier venu, pénétré des idées naturalistes, depuis le mathématicien jusqu'au médecin praticien; demandez-lui son avis sur la constitution intime du Monde. La réponse sera invariablement la même : « Toutes choses sont formées d'atomes en mouvement; ces atomes et les forces qui agissent entre eux sont les dernières réalités dont se composent les phénomènes particuliers. » Partout on répète, en manière d'axiome, que seule la Mécanique des atomes peut donner la clef du monde physique. Matière et mouvement, tels sont les deux concepts auxquels on ramène en dernière analyse les phénomènes naturels les plus complexes. A cette théorie, on peut donner le nom de *matérialisme physique* [1].

Je veux exprimer ici ma conviction que cette manière de voir, malgré tout son crédit, est insoutenable; que cette théorie mécanique n'a pas atteint son but, car elle se trouve en contradiction avec des vérités tout à fait hors de doute et universellement acceptées. La conclusion s'impose : il faut l'abandonner et la remplacer, autant que faire se peut, par une autre meilleure. On se demandera naturellement : En existe-t-il une meilleure ? A cette question, je crois pouvoir répondre par l'affirmative. Ma tâche se divisera donc en deux parties, suivant la règle : démolir d'abord, reconstruire ensuite. Ici encore, la première tâche est plus aisée que la seconde. La théorie mécanique est insuffisante, il est facile de le démontrer : la nouvelle théorie, à laquelle je donnerai le nom de théorie énergétique, est-elle suffisante ? Il est plus difficile de le prouver. Cependant, disons-le tout de suite, cette dernière a trouvé déjà l'occasion de se vérifier dans le domaine des sciences expérimentales, le plus favorable à un examen impartial. Sans établir l'entière exactitude de la nouvelle conception, cette épreuve suffit, au moins, pour lui conquérir droit de cité.

Il ne me paraît pas superflu d'insister sur un point : c'est que, dans ma pensée, il s'agit uniquement ici d'une question de science positive. Je déclare expressément faire abstraction complète de toutes les conclusions qu'on pourra tirer de ce chef, concernant les questions morales ou religieuses. Non pas que je méconnaisse la valeur de pareilles conclusions : mais le résultat auquel je veux parvenir est indépendant de telles considérations et repose exclusivement sur le terrain des sciences exactes.

[1] Remarquons que ce « matérialisme physique » ne doit pas être confondu avec le matérialisme philosophique. Il s'agit exclusivement ici de phénomènes d'ordre physique, de la conception atomique de la matière; toute considération psychologique ou métaphysique se trouve hors de cause, ainsi que l'auteur lui-même prend soin de l'indiquer plus loin. (*Note de la Direction.*)

I

Tous les phénomènes du monde réel, en dépit de leur infinie variété, ne sont que des cas particuliers et bien définis de toutes les possibilités que nous pouvons concevoir. Distinguer, parmi les cas possibles, les cas réels, telle est la signification des lois naturelles. Toutes se ramènent à la même forme : trouver un *invariant*, c'est-à-dire une grandeur qui demeure invariable quand toutes les autres varient entre les limites possibles, limites assignées par la loi même. L'histoire de la science nous montre le développement des grandes idées scientifiques toujours lié à la découverte et à la mise en œuvre de tels invariants; ce sont les pierres milliaires de la voie qu'ont parcourue les connaissances humaines.

La *masse* est un de ces invariants d'une signification générale. La masse nous donne les constantes des lois astronomiques; mais nous la trouvons aussi constante dans les transformations chimiques les plus profondes que nous puissions faire subir aux corps du monde extérieur. Par conséquent, cette notion nous apparaît comme très propre à devenir le pivot des lois naturelles. A la vérité, elle s'est trouvée trop pauvre par elle-même, pour servir à la représentation de tous les phénomènes, et il a fallu élargir la conception première : on a donc confondu avec cette notion purement mécanique toute la série des propriétés qui, d'après l'expérience, sont proportionnelles à la masse. Ainsi prit naissance l'idée de matière, sous laquelle on comprend en bloc tout ce qui, pour nos sens, est lié indissolublement à la masse, comme le poids, le volume, les propriétés chimiques; la loi physique, conservation de la masse, a ainsi dégénéré en un axiome métaphysique : la conservation de la matière.

Cette extension, il est important de le remarquer, a introduit une foule d'éléments hypothétiques dans une conception qui, primitivement, ne renfermait pas trace d'hypothèse. En particulier, sous l'empire de cette théorie, on admit, contrairement à toute évidence, que la matière, subissant une réaction chimique, ne disparaît pas pour faire place à une autre, douée de propriétés différentes. Bien plus, cette façon de voir contraignait à admettre que, dans l'oxyde de fer, par exemple, le fer et l'oxygène existent encore, quoique toutes leurs propriétés organoleptiques aient disparu : ils ont seulement acquis des propriétés nouvelles. Il nous est aujourd'hui difficile de sentir l'étrangeté, l'absurdité même d'une pareille conception, tellement nous y sommes accoutumés. Réfléchissons un peu cependant : tout ce que nous pouvons connaître d'une substance définie, ce sont ses propriétés; n'est-ce donc pas un non-sens, ou peu s'en faut, de prétendre qu'une substance définie existe encore, sans plus posséder aucune de ses propriétés? En fait, cette hypothèse de pure forme n'a qu'un but : mettre d'accord les faits généraux de la Chimie, en particulier les lois de la Stœchiométrie, avec la notion, tout à fait arbitraire, d'une matière inaltérable en soi.

Mais, en dépit de cette conception élargie de la matière, en dépit des hypothèses accessoires qui s'y greffent forcément, il est impossible de résumer sous cette idée l'ensemble des phénomènes, même en se bornant à la nature inorganisée. On se figure, en effet, la matière comme quelque chose d'inerte, d'invariable en soi, tandis que l'Univers va sans cesse se modifiant. Il faut donc compléter cette idée par une autre qui exprime cette continuelle évolution, et est complètement indépendante de la première. Cette idée est celle de la *force*, due à Galilée, le créateur de la Physique scientifique. Dans les phénomènes variables de la chute, libre ou non, Galilée découvrit un *invariant* de la plus haute importance : la pesanteur, force constante, dont les effets, sans cesse se répétant et s'ajoutant, suffisent à expliquer tous ces phénomènes. Cette conception avait une énorme portée, et Newton le fit bien voir quand il conquit à la science tout l'Univers étoilé par cette idée que la même force agit entre les corps célestes, mais varie *suivant une fonction de la distance*. Ce succès fit naître la conviction qu'à l'exemple des phénomènes astronomiques, tous les phénomènes physiques s'expliqueraient par ce moyen. La confiance dans la fécondité de la théorie newtonienne s'accrut encore beaucoup au début de notre siècle. A cette époque, une pléiade d'astronomes éminents, français pour la plupart, démontrèrent que la loi de la gravitation universelle explique les mouvements des corps célestes, non pas seulement dans leurs grands traits, mais que, si l'on y regarde de plus près, elle rend aussi compte, avec la même sûreté et la même précision, des perturbations ou petits écarts par lesquels les mouvements réels s'éloignent des formes canoniques. Soumettre les atomes aux lois du mouvement démontrées pour les corps célestes, telle fut l'idée-mère de la théorie mécanique de l'Univers. Vérifiées dans le monde inorganique, ces lois devaient être étendues logiquement à la nature vivante. Cette conception a reçu sa forme classique dans l'idée de la «*formule universelle*» due à Laplace. De cette formule pouvait se déduire, conformément aux lois mécaniques et par une analyse rigoureuse, tout phénomène passé ou futur. Sans doute cette tâche exigerait un esprit bien supérieur à l'esprit humain, mais qui néanmoins n'en différerait pas essentiellement.

D'ordinaire, on ne prend pas garde à quel point cette manière de voir, si répandue, est tout hypothétique, toute métaphysique. Nous sommes accoutumés à la considérer comme le dernier mot de l'exactitude. Il faudrait, au contraire, rappeler avec insistance qu'une conséquence immédiate de cette théorie n'a jamais pu être vérifiée, même dans un cas particulier, par exemple, cette conséquence que les phénomènes de la chaleur, du rayonnement, de l'électricité, du magnétisme, de la chimie, sont, en réalité, de nature mécanique, malgré les apparences. Or, pareille vérification ne s'est jamais faite. Chaque fois qu'on a cherché une représentation mécanique de ces phénomènes, chaque fois, sans exception, on est venu se heurter à une contradiction inévitable entre les faits constatés par l'expérience et les faits prévus par la théorie. Cette contradiction peut rester cachée plus ou moins longtemps; mais, tôt ou tard, elle éclate au grand jour, et de la théorie il ne reste que les morceaux; on peut prédire sûrement le même sort à tous ces symboles ou analogies, qu'on décore aujourd'hui du nom de théories mécaniques.

L'histoire de l'Optique nous fournit un exemple remarquable à l'appui de ce que je viens de dire. Tant que l'Optique se bornait aux phénomènes de réflexion et de réfraction, la théorie de l'émission due à Newton était suffisante. La théorie des ondulations, autre conception mécanique imaginée par Huyghens et Euler, pouvait rivaliser avec elle, non la détrôner. Mais la découverte des interférences et de la polarisation mit hors de pair la théorie des ondulations, dont les principes permettaient de calculer, au moins en gros, les nouveaux phénomènes.

Pourtant, les jours de la théorie des ondulations étaient aussi comptés; à notre époque cette théorie a été enterrée sans bruit, pour faire place à la théorie électro-magnétique. Faisons l'autopsie de son cadavre: la cause de la mort nous apparaîtra évidente; elle a péri par ses parties mécaniques. L'éther hypothétique, auquel était confiée la tâche de vibrer, devait s'en acquitter sous des conditions bien difficiles à remplir. Les phénomènes de polarisation exigent que les vibrations soient transversales, autrement dit, que l'éther soit un solide. Or, il résulte des calculs de lord Kelvin qu'un solide, constitué comme doit l'être l'éther, ne serait pas stable et ne peut, par conséquent, avoir d'existence réelle. Pour épargner pareil sort à la théorie électromagnétique, actuellement adoptée, l'immortel Hertz, auquel elle doit tant, renonce expressément à y voir autre chose qu'un système de six équations différentielles. Cette conclusion parle plus puissamment que je ne pourrais le faire contre tous les essais de théorie mécanique tentés auparavant.

II

Jusqu'à présent, je n'ai formulé que des conclusions négatives. Cependant, on peut tirer quelque profit de ce qui précède, et le profit ne paraîtra pas mince pour lever un obstacle qui a causé à beaucoup de graves soucis. Je veux parler des déclarations fameuses concernant l'avenir de notre connaissance de la Nature, que Du Bois-Reymond, le célèbre physiologiste de l'Université de Berlin, a faites d'abord au Congrès des Naturalistes à Leipzig, ensuite dans quelques mémoires plus étendus, et dont le point saillant est cet « *Ignorabimus* » tant commenté. Dans la longue polémique suscitée par cette parole, la victoire est restée, me semble-t-il, à Du Bois-Reymond, car tous ses adversaires s'appuyaient sur le principe même dont il avait déduit son *ignorabimus*, et ses conclusions valaient ce que vaut ce principe lui-même. Ce principe, qu'à ce moment personne ne songeait à mettre en discussion, c'est la conception mécanique de l'Univers; c'est la supposition que le dernier stade auquel peut parvenir notre explication du monde, est de le ramener à un système de points matériels en mouvement. Si ce principe disparaît, et il doit disparaître, comme nous l'avons vu, l'*ignorabimus* tombe et la route se rouvre à la science. Je ne pense pas que cette conclusion étonne qui que ce soit : si j'en juge par moi-même, aucun physicien ou naturaliste n'a cru fermement à l'*ignorabimus*, sans en reconnaître peut-être le point faible, que je viens de signaler.

Ce que j'ai exposé au sujet d'un cas particulier a une portée beaucoup plus grande. Rejeter la construction mécanique de l'Univers, c'est porter atteinte au principe même de la conception matérialiste générale, au sens scientifique du mot. C'est une entreprise vaine, qui a piteusement échoué devant toute expérience sérieuse, de vouloir rendre compte par la Mécanique de tous les phénomènes physiques connus; cette entreprise peut bien moins réussir si elle s'attaque aux phénomènes incomparablement plus compliqués de la vie organique. La tentative n'a même pas la valeur d'une hypothèse auxiliaire : c'est une erreur pure et simple.

L'erreur saute aux yeux dans le fait suivant : Dans toutes les équations mécaniques, le signe de la variable représentant le temps peut changer; en d'autres termes, les phénomènes de la Mécanique rationnelle peuvent suivre le cours du temps ou le remonter. Dans le monde de la Mécanique rationnelle, il n'y a ni passé ni avenir, au même sens que dans le nôtre : l'arbre peut redevenir rejeton et graine; le papillon, chenille; le vieillard, enfant. Pourquoi ces faits ne se produisent-ils pas dans la réalité? La théorie mécanique ne l'explique

pas; et, en vertu même des propriétés des équations, elle ne peut l'expliquer. Le fait que, dans la Nature réelle, les phénomènes ne sont pas réversibles, condamne ainsi sans appel le matérialisme physique.

Alors, dira-t-on, s'il faut renoncer aux atomes, à la Mécanique, quelle image de la réalité nous restera-t-il? Mais on n'a besoin d'aucune image, d'aucun symbole. Ce n'est pas notre affaire de voir le monde plus ou moins déformé dans un miroir courbe; il faut le voir directement, autant que le permettent nos forces intellectuelles. Établir les rapports entre des réalités, c'est-à-dire des grandeurs tangibles, mesurables, de telle sorte que, les unes étant données, les autres s'en déduisent, voilà la tâche de la science : et la science ne l'a pas remplie quand elle se paie d'une image plus ou moins hypothétique.

III

Sans doute, la voie est longue et pénible, mais elle est la seule sûre. D'ailleurs nous pouvons la suivre, sans faire appel à notre abnégation personnelle, sans nous soutenir par l'espoir qu'elle conduira au but nos arrière-neveux. C'est à nous-mêmes qu'échoit le bonheur, et notre siècle mourant fait au siècle naissant le legs scientifique le plus fécond en espérances : il lui lègue la théorie énergétique.

Remarquons-le bien : il ne s'agit pas ici d'une chose absolument inédite, car, depuis un demi-siècle, nous la possédons, sans nous en apercevoir. C'est le cas, ou jamais, de dire : mystère évident, chaque jour nous pouvions le lire et nous ne le comprenions pas.

Quand, il y a cinquante ans, Robert Mayer découvrit l'équivalence des différentes forces naturelles, ou, comme nous disons dans notre langage actuel, des différentes formes de l'énergie, il fit dans cette direction un pas décisif. Mais, — loi constante de la pensée humaine, — jamais on n'accepte une nouvelle découverte, claire et nette, telle qu'elle se présente. Celui qui la reçoit, qui n'a pas intimement vécu le progrès, mais le prend à l'extérieur, s'efforce, avant tout, de relier tant bien que mal la nouveauté à ce qui existait dans son esprit. L'idée nouvelle est ainsi défigurée, et sinon même doublement faussée, du moins dépouillée de sa meilleure force. L'inventeur lui-même n'échappe pas à cette loi. La puissante intelligence de Copernic a su transposer les rapports du Soleil et de la Terre, mais non s'affranchir, pour les autres planètes, de la théorie régnante des épicycles. Même histoire pour Mayer. Comme presque toujours, la génération suivante a dû dégager, pièce à pièce, de tous les accessoires inutiles la pensée première, pour qu'elle pût apparaître dans son imposante simplicité.

L'idée de Mayer était étrangement simple, trop simple pour être accueillie immédiatement. Bien plus, les trois savants qui ont le plus fait pour la défense de la loi de l'équivalence, Helmholtz, Clausius, William Thomson, lui ont donné la même interprétation : ils ont cru que toutes les formes de l'énergie étaient, au fond, une seule et même chose : à savoir, l'énergie mécanique. De cette manière on réalisait ce qui semblait le plus pressant : rattacher la nouvelle idée à la théorie mécanique alors régnante, mais l'idée perdait son principal caractère.

Il a fallu un demi-siècle pour faire la lumière et montrer que, par cette hypothèse accessoire, loin d'ajouter à la loi, on renonçait à son caractère le plus précieux : la liberté laissée à toute hypothèse.

Mais, dira-t-on, comment, avec cette idée si abstraite de l'énergie, se faire une conception de l'Univers, qui puisse rivaliser de clarté et de netteté avec la conception mécanique? La réponse est facile : Comment connaissons-nous le monde extérieur, sinon par nos sensations? Toutes nos sensations ont un caractère commun et un seul : elles correspondent à une différence d'énergie entre les organes des sens et le milieu qui les entoure. Dans un Univers, dont la température serait uniformément égale à la température de notre corps, il nous serait impossible d'avoir aucune idée de la chaleur, pas plus que nous ne ressentons la pression atmosphérique constante, sous laquelle nous vivons : nous n'en acquérons la connaissance qu'après avoir éprouvé l'effet de milieux où règne une pression différente.

Tout le monde est prêt à admettre cette explication, mais on ne veut pas renoncer à la matière, parce que l'énergie a besoin d'un véhicule. Et pourquoi donc? Si le monde extérieur ne se révèle à nous que par des rapports d'énergie, pour quel motif vouloir y loger quelque chose que nous n'avons jamais pu percevoir? Pourtant, objectera-t-on, l'énergie n'est qu'une idée, une abstraction, tandis que la matière est la réalité. C'est justement tout le contraire. La matière est une invention, assez imparfaite d'ailleurs, que nous nous sommes forgée, pour représenter ce qu'il y a de permanent dans toutes les vicissitudes. La réalité effective, c'est-à-dire celle qui fait effet sur nous, c'est l'énergie, comme nous le verrons en cherchant dans quel rapport se trouvent ces deux concepts.

Mais, avant d'aller plus loin, récapitulons en deux mots l'évolution que nous venons d'indiquer : L'idée de la matière est une extension de l'idée de la masse. A cette conception insuffisante, Galilée dut joindre celle de la force, pour expliquer l'évo-

lution incessante de l'Univers. Mais la force ne possédait pas l'invariance et, après la découverte de ces invariants partiels *force vive* et *travail*, Mayer découvrit l'invariant le plus général, l'*énergie*, qui gouverne toutes les forces physiques. Toujours, dans toute leur histoire, la matière et l'énergie restent côte à côte, et tout ce qu'on savait de leurs relations, c'est que, la plupart du temps, elles vont de concert, la matière étant le véhicule, le réservoir de l'énergie.

IV

Cependant l'énergie et la matière sont-elles deux choses réellement différentes, comme l'âme et le corps, ou n'est-ce pas plutôt que ce que nous savons et disons de la matière soit déjà compris dans l'idée d'énergie? A mon sens, la réponse n'est pas douteuse. Que trouvons-nous, en effet, dans l'idée de matière? En premier lieu, la *masse*, c'est-à-dire la *capacité pour l'énergie cinétique;* ensuite, l'*impénétrabilité* ou *énergie de volume*, le *poids* ou *énergie de position* sous la forme particulière qui se présente dans la gravitation universelle, enfin les *propriétés chimiques* ou *énergie chimique*. Partout, il n'est question que d'énergie, et, si nous séparons ces différentes formes d'énergies de la matière, celle-ci s'évanouit : elle n'a plus même l'*espace* qu'elle occupait, car cet espace ne nous est connu que par la *dépense d'énergie* nécessaire pour le pénétrer. La matière n'est autre chose qu'un groupe de différentes énergies, rangées ensemble dans l'espace, et tout ce que nous voulons en dire, nous le disons de ces énergies seulement.

La question que je veux éclaircir ici est si importante qu'on me permettra de chercher encore, par une autre voie, à la serrer de plus près et de prendre l'exemple le plus frappant que je puisse trouver. Vous recevez un coup de bâton. Que ressentez-vous, le bâton ou son énergie? Le bâton est assurément la chose du monde la plus inoffensive, tant que personne ne le brandit. Nous pouvons tout aussi bien nous heurter à un bâton immobile : mais, dans tous les cas, ce que nous ressentons, je l'ai dit déjà, ce sont les différences d'énergie entre l'extérieur et nos organes : que le bâton s'abatte sur nous ou nous sur le bâton, peu importe. Au contraire, si nous possédons une vitesse égale à celle du bâton et dans la même direction, le bâton n'existe plus pour notre toucher, car il ne peut avoir avec nous ni contact, ni échange d'énergie.

Cet exposé montre, je l'espère, que la notion d'énergie peut servir à expliquer tout ce qu'on expliquait autrefois par les notions de matière et de force et même davantage : il suffit de reporter à l'une les propriétés et les lois qu'on attribuait aux autres. Cela offre le grand avantage de supprimer les objections que j'ai signalées au début. Nous faisons une seule hypothèse sur la dépendance mutuelle des différentes formes de l'énergie : c'est qu'elles obéissent à la loi de la conservation. Nous avons ensuite toute liberté d'étudier objectivement les propriétés particulières de chacune d'elles : en classant rationnellement ces propriétés, nous créerons un système des formes de l'énergie, qui aura une portée scientifique bien plus grande que le système où elles sont toutes confondues, sous prétexte qu'elles sont, au fond, identiques entre elles. Voyons, par exemple, ce qu'on fait aujourd'hui dans la théorie cinétique des gaz, qui jouit encore d'un certain crédit. D'après cette théorie, la force élastique des gaz provient du choc de ses molécules en mouvement. Seulement, la force élastique est une grandeur qui n'est pas dirigée dans l'espace : car le gaz presse également dans toutes les directions ; un choc, au contraire, provient d'un corps en mouvement, et ce mouvement a une certaine direction. Il est donc impossible de ramener immédiatement l'une de ces grandeurs à l'autre. La théorie cinétique esquive la difficulté en admettant que les chocs se produisent uniformément dans toutes les directions, ce qui revient, en somme, à enlever arbitrairement au choc la propriété d'être dirigé. Dans ce cas, on parvient, par cet artifice, à identifier deux formes différentes de l'énergie ; mais cette identification n'est pas toujours possible.

Par exemple, le *potentiel* et la *masse électriques*, c'est-à-dire les deux facteurs de l'énergie électrique, sont des grandeurs que j'appellerai *polaires ;* elles ne sont pas de simples quantités numériques : elles ont, de plus, un signe tel que deux quantités égales, mais de signe contraire, ont une somme nulle. La Mécanique ne connaît pas de grandeur polaire : aussi il est impossible de trouver une hypothèse mécanique qui explique en entier les phénomènes électriques : pour ce faire, il faudrait au moins avoir une grandeur mécanique douée de polarité, ce qui n'est peut-être pas impossible et mériterait en tout cas d'être approfondi.

Si, réellement, les lois naturelles pouvaient se ramener aux lois des diverses formes de l'énergie, nous y trouverions de grands avantages. D'abord la science de la Nature serait affranchie de toute hypothèse. Ensuite, point ne serait besoin désormais de nous inquiéter de forces, dont nous ne pouvons démontrer l'existence, agissant entre des atomes que nous ne pouvons voir, mais des quantités d'énergie mises en jeu dans le phénomène étudié. Celles-là, nous les pouvons mesurer, et tout ce qu'il nous est nécessaire de savoir est susceptible de s'exprimer sous cette forme.

Qui donc méconnaîtrait l'énorme avantage de

cette méthode, parmi ceux dont la conscience scientifique s'est soulevée devant cet amalgame incessant de faits et d'hypothèses, que la Physique et la Chimie actuelles nous présentent comme une science rationnelle? C'est en suivant le chemin de l'Énergétique que nous répondrons au véritable sens de l'appel de Kirchhoff si souvent mal interprété : « A la prétendue explication de la Nature, substituer la description des faits. »

L'absence d'hypothèse donne à l'Énergétique une unité de méthode inconnue, il faut bien le dire, jusqu'à présent : unité non moins précieuse pour l'enseignement et l'intelligence de la Science, qu'elle ne l'est au point de vue philosophique. Pour n'en donner qu'un exemple, toutes les équations qui lient l'un à l'autre deux ou plusieurs phénomènes d'espèces différentes, sont forcément des équations entre des quantités d'énergie ; il ne saurait y en avoir d'autres, car, en dehors du temps et de l'espace, l'énergie est la seule grandeur qui soit commune à tous les ordres de phénomènes.

Je ne puis ici entrer dans le détail et énumérer toutes les relations, les unes connues déjà, les autres nouvelles, qui s'écriront immédiatement, sans exiger de calculs compliqués. Je ne puis davantage exposer sous quelles nouvelles faces se sont montrés, à la lumière de l'Énergétique générale, les théorèmes de la Thermodynamique, partie la plus étendue de l'Énergétique.

Cependant, je ne saurais omettre une dernière question : L'énergie, si utile, si nécessaire à l'intelligence de la Nature, suffit-elle entièrement à la tâche? Je réponds : Non. Quels que soient les avantages de la théorie énergétique sur la théorie mécanique, il reste quelques points qui échappent aux principes actuellement connus et qui semblent indiquer l'existence de principes plus élevés. L'Énergétique n'en subsistera pas moins, à côté de ces nouveaux principes; mais elle cessera d'être ce qu'elle doit être encore pour nous, c'est-à-dire le cadre le plus vaste dans lequel nous faisons rentrer les phénomènes naturels : elle deviendra un cas particulier de relations plus générales, relations dont il nous est à peine possible actuellement de pressentir la forme.

Je ne pense pas avoir ravalé, par ce que je viens de dire, le progrès dont j'avais parlé d'abord, mais l'avoir plutôt rehaussé. Car il nous répugne d'assigner une borne aux progrès de la Science. Au milieu du combat pour un nouveau domaine, il ne faut pas perdre de vue les vastes plaines qui s'étendent derrière le sol convoité et qu'il faudra occuper aussi plus tard. Cela pouvait passer jadis, quand la poussière et la fumée du combat emprisonnaient le regard dans les limites étroites du champ de bataille. Aujourd'hui cela n'est plus permis : nous tirons avec la poudre sans fumée — ou du moins nous aurions à le faire — et, en même temps que la possibilité, nous avons le devoir de ne pas retomber dans les fautes du temps passé [1].

W. Ostwald,

Professeur de Chimie physique à l'Université de Leipzig.

ÉTAT ACTUEL DE LA CULTURE

DE L'ORGE DE BRASSERIE ET DU HOUBLON

EN FRANCE

Quoique très dissemblables en ce qui concerne les procédés agricoles qu'elles comportent, la culture de l'Orge et celle du Houblon sont cependant intimement liées au point de vue industriel, car personne n'ignore qu'elles fournissent les deux matières premières indispensables à la fabrication de la bière. A ce point de vue, le seul que nous envisagerons ici, leur importance ne saurait être méconnue, car la consommation et la production de cette boisson en France sont en voie d'accroissement notable. En effet, on sait que non seulement la bière sert de boisson courante aux populations de nos départements du Nord, mais qu'elle devient, depuis quelques années, d'un usage assez général dans le reste de la France; or, non seulement la fabrication française a plus que doublé depuis 1830; mais, en outre, tandis que nous exportions encore de la bière en 1860, nous en avons importé depuis, et le chiffre des importations s'est accentué d'année en année.

Il ne nous appartient pas de rechercher ici les diverses causes de ce changement, d'ailleurs très diversement appréciées par les économistes ; mais il n'est pas hasardé de dire que la crise subie par la viticulture française depuis une trentaine d'années n'est pas restée étrangère à cet état de choses; l'augmentation de la production et de la consomma-

[1] Cet article, écrit en allemand par l'auteur, a été traduit en français par M. Lamotte, agrégé de l'Université, attaché au laboratoire de M. le Professeur Bouty à la Sorbonne.

tion du cidre en serait une preuve suffisante, à défaut d'autre. Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins vrai qu'il y a, dans ce fait économique, une situation dont l'agriculture de nos régions du nord peut tirer parti : l'orge et surtout le houblon, qu'on a justement dénommé « la vigne du nord », sont, en effet, des cultures éminemment septentrionales, susceptibles de hauts rendements lorsqu'elles sont conduites d'une manière raisonnée et scientifique, partant capables, dans la grande majorité des cas, de prendre la place d'autres cultures naguère florissantes et qui aujourd'hui, par suite de multiples circonstances d'ordre économique et agricole, ne sont plus en état de donner des produits suffisamment rémunérateurs. D'ailleurs, à l'heure actuelle, la France a recours à l'étranger pour obtenir les houblons et les orges nécessaires à la brasserie et que notre agriculture ne peut fournir ni en quantité suffisante ni souvent de qualité voulue. — Il est, croyons-nous, possible et même facile de remédier à cet état de choses, et c'est là ce que nous voudrions surtout établir en cet article.

I. — ORGE DE BRASSERIE.

La culture de l'orge de brasserie n'a pas, en France, toute l'importance qu'elle mérite; notre production est insuffisante : nos brasseurs vont acheter tous les ans une notable partie de cette céréale en Algérie et en Russie, tandis que, par une culture intelligente, nous pourrions, non seulement suffire à notre consommation, mais encore devenir exportateurs. Les agriculteurs français seraient assurés de trouver un débouché certain non seulement à quelques heures de nos côtes, en Angleterre, mais encore aux États-Unis, où la production est également insuffisante; les belles qualités d'orge y étant appréciées et recherchées, un prix rémunérateur serait assuré à la vente. Pendant près d'un mois, les orges françaises, plus précoces et plus vite sèches, peuvent profiter des prix plus élevés accordés aux produits de la nouvelle récolte, qui font prime. Cette considération a d'autant plus d'importance que notre climat et notre sol sont très favorables à cette culture, que cette céréale végète très rapidement, qu'elle est d'une grande rusticité et que ses exigences sont moindres que celles de l'avoine et du blé, lesquels occupent une surface bien plus considérable.

Un point cependant mérite d'être plus sérieusement approfondi: c'est la qualité des produits. En effet, si les belles orges *de brasserie* sont d'une vente en général facile, par contre les orges de qualité inférieure sont le plus souvent à bas prix et il existe toujours une différence de 1 à 2 francs, si ce n'est plus, aux 100 kilos, en faveur des premières. Ce sont donc de belles et bonnes orges appropriées à leur destination spéciale qu'il faut chercher à produire. Or, cela n'a rien de bien difficile, et, comme le dit M. H. L. de Vilmorin, les quelques dépenses qu'entraîne une culture bien soignée et bien faite, sont mieux payées par une récolte d'orge de choix que celle d'une culture insuffisante par une récolte de qualité ordinaire.

I. — Qualités des orges de malterie.

Examinons tout d'abord les qualités d'une belle orge dite de brasserie.

Dans la pratique, les malteurs ne s'attachent guère, en général, qu'aux caractères extérieurs, qui, il faut le reconnaître, ont une réelle valeur, quoique l'analyse chimique, plus rarement employée, puisse donner ici de non moins précieuses indications.

La grosseur du grain, son poids et sa couleur viennent en première ligne. Le grain doit être bien renflé, plutôt court, plein, à écorce fine; celle-ci ne doit pas dépasser 10 % du poids total du grain. Le poids, qui varie entre 62 et 71 kilogrammes par hectolitre et, exceptionnellement, entre 72 et 74 kilogrammes, est pris en très sérieuse considération : on admet qu'une bonne orge de brasserie ne doit pas peser moins de 67 kilogrammes; en effet, plus l'orge est lourde, plus elle est riche en substances utiles; mais il ne faudrait pas croire, cependant, que la richesse en matière amylacée soit en raison directe du poids, comme le prétendent beaucoup de malteurs; les expériences de Schulze, de L. Marx et nos propres analyses ont manifestement prouvé le contraire.

La couleur doit être aussi claire que possible, d'un jaune-paille ; ce point a une telle importance qu'assez souvent des commerçants peu scrupuleux soufrent les orges afin de cacher la teinte jaune-foncé ou brune qui résulte de l'action des pluies lors de la récolte effectuée dans de mauvaises conditions.

En cassant un grain, l'amande peut être farineuse, demi-farineuse ou vitreuse; les orges dont la cassure est tendre et farineuse, sont les plus recherchées par la plupart des brasseries.

Il va sans dire que le grain sera propre, exempt de graines étrangères, sec et glissant facilement dans la main quand on le serre; ici encore, la fraude intervient parfois; car il n'est pas rare qu'on enduise les grains d'huile pour donner à ceux qui sont humides le *coulant* caractéristique d'une bonne siccité. Cette tromperie, comme la précédente, est d'ailleurs facile à reconnaître.

Mais, ce qu'on ne peut constater *de visu*, c'est la faculté germinative, l'énergie de la germination et la composition chimique, points que les transactions

courantes ne peuvent mettre en évidence sur les marchés et qui nécessitent le concours des laboratoires de chimie ; nous n'y insisterons pas davantage.

Ces diverses qualités d'une bonne orge de malterie peuvent être obtenues dans la pratique culturale : 1° par le choix des variétés ; 2° par le mode de culture, qui ont une égale importance et se complètent l'un l'autre.

II. — Espèces et variétés d'orges de brasserie.

Les espèces du genre *Hordeum* sont très nombreuses ; mais, contrairement à ce qui a lieu pour le froment, il y a plus de variétés de printemps que d'hiver. Toutefois, cette différence, il ne faut pas l'oublier, est essentiellement relative : car, dans le Midi et en Algérie, par exemple, nos orges de printemps se sèment à l'automne.

Toutes les variétés d'orges ne sont pas aptes à donner du grain propre à la fabrication de la bière. A ce point de vue, les orges à grain *vêtu*, c'est-à-dire dont les glumelles sont adhérentes au grain, sont seules recherchées. Parmi celles-ci, les unes sont à deux rangs, ou distiques (*Hordeum distichum*), les autres à six rangs (*Hordeum tetrastichum*).

Parmi les variétés les plus estimées, que le cadre de cet article ne nous permet pas de décrire, nous nous contenterons de citer : l'*Orge Chevalier*, surtout appréciée en Angleterre ; l'*Escourgeon* ou *Sucrion*, préférée dans le nord de la France ; l'*Orge Impériale*, que M. Heine, — qui, en Allemagne, s'est surtout occupé de l'amélioration des orges, — signale comme une des meilleures ; les orges *de Moravie*, notamment la *Hanna pedigree* et l'Orge *Scholeys Warp* ; l'*Orge de Bohême*, plus connue sous le nom d'*Orge du Danube*, l'*Orge à deux rangs Richardson*, l'*Orge Hallet's pedigree*, etc. ; enfin l'*Orge de Laponie* et celle d'*Algérie*, qui paraissent être des variétés de l'*Escourgeon* de printemps.

Les orges de printemps sont toujours moins productives que celles d'hiver ; dans le nord de la France et en Belgique, ces dernières sont préférées [1] ; mais, en Allemagne, et surtout en Bavière, on cultive davantage les variétés de printemps.

Mentionnons à ce sujet un caractère distinctif signalé par le Professeur Damseaux, mais sans y ajouter une confiance absolue : c'est qu'on peut dégager du sillon médian des orges d'hiver, en agissant par relèvement sur la pointe du grain, une petite arête qui y est couchée et porte un léger plumet, tandis que l'arête est glabre dans les orges de printemps.

[1] Cependant, dans nos départements septentrionaux, les variétés de printemps mûrissent fort bien, car leur végétation est très rapide. On les cultive d'ailleurs davantage depuis quelques années. A. L.

La nature de la variété influe très sensiblement sur l'aspect du grain et sur sa composition, ainsi que le montrent les analyses que résume le tableau I, dues à Boussingault, Muntz, Girard et Garola :

Tableau I. — Composition suivant la Variété.

	ORGE		
	ESCOURGEON	D'ALGÉRIE	DE SAUMUR
Eau	13.0	13.50	11.46
Matières azotées	13.4	8.98	9.06
— grasses	2.8	1.76	2.14
— amylacées	63.7	49.92	60.40
— non azotées		18.54	10.35
Cellulose	2.6	4.85	4.76
Cendres	4.5	1.45	1.83
Acide phosphorique	»	»	1.04
Potasse	»	»	0.69
Chaux	»	»	0.17

A ces analyses nous joignons (tableau II) les analyses, effectuées par nous, de sept variétés cultivées sur la même terre et dans les mêmes conditions par M. D. Dickson, directeur de l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais :

Tableau II. — Qualités suivant la Variété.

VARIÉTÉS	POIDS DE L'HECTOLITRE	COMPOSITION CHIMIQUE		
		eau	matières azotées	amidon
Orge à 2 rangs Richardson	62 k.	15.08	12.75	67.10
Orge Chevalier française	74	14.05	13.12	68.30
O. Hanna pedigree Moravie	74	14.30	12.50	68.40
O. carrée de printemps	73	14.00	14.06	68.20
O. à 6 rangs de printemps	68	13.04	14.10	68.40
O. à 2 rangs Hallet's pedigree	70	13.20	12.60	66.50
O. Scholeys Warp Chevalier	69	14.20	12.19	66.50

Le choix de la variété a, comme on le voit, une importance capitale, et à ce point de vue on donnera la préférence, à qualité égale, aux variétés précoces qui permettent au producteur d'arriver bon premier sur le marché.

III. — Exigences culturales des orges de brasserie.

La plupart des variétés citées plus haut, connues aujourd'hui et à juste titre sous le nom de variétés perfectionnées, demandent, pour donner les résultats qu'on est en droit d'attendre, une culture rationnelle, notamment un sol approprié, bien travaillé et convenablement fertilisé.

L'orge n'a pas de préférence bien marquée en ce qui concerne la nature agrologique du sol ; cependant, c'est dans les terres argilo-calcaires ou ar

gilo-marneuses, surtout celles désignées dans les Flandres sous le nom de *terres à orge*, que cette céréale réussit le mieux ; c'est la présence du carbonate de chaux qui semble avoir une action prépondérante dans cette culture, et nous avons été à même, il y a quelques années, de constater une différence de 29 à 38 hectolitres dans le rendement d'un hectare, dont une moitié de la couche arable dosait à l'état initial 3 % de calcaire, tandis que l'autre avait été amenée à une teneur de 9,8 % par l'apport d'écumes de défécation provenant de sucreries. D'ailleurs la Champagne, dont les terres sont éminemment calcaires, fournit à Paris une partie très notable de ses orges de brasserie.

Ce qui, ensuite, importe le plus, c'est la préparation du terrain : aucune céréale ne réclame, autant que l'orge, une terre ameublie et bien nettoyée, l'orge se défendant mal contre les mauvaises herbes. Nous ne pouvons donner aucune indication sur le nombre et la nature des façons aratoires à appliquer à l'orge : elles sont subordonnées à la nature de la récolte qui aura précédé cette céréale dans l'assolement adopté.

La question des engrais mérite de nous arrêter plus longtemps. A ce sujet, on aura déjà une bonne indication en considérant qu'une récolte moyenne, c'est-à-dire 25 hectolitres par hectare [1], enlève au sol, d'après MM. Muntz et Girard, les quantités d'éléments utiles que dénombre le tableau III :

Tableau III. — Éléments pris au sol (en kilog.).

	GRAIN	PAILLE	TOTAL
Azote	24.7	13.4	38.1
Acide phosphorique	11.7	5.3	17.0
Potasse	7.8	26.0	33.8
Chaux	0.8	9.2	10.0
Magnésie	2.9	3.1	6.0

Ce tableau montre, tout d'abord, que, dans une culture véritablement rationnelle et scientifique, l'analyse chimique du sol doit précéder toute autre opération culturale.

Cependant, en Angleterre, où cette culture est, en général, très bien comprise, Lawes et Gilbert, ont été amenés à reconnaître, tout au moins en ce qui concerne l'Orge Chevalier, que ses besoins sont presque identiques à ceux du froment.

Il résulte, en outre, des expériences de ces savants et de beaucoup d'autres qui sont venues les confirmer, que la quantité de grain est surtout influencée par la somme totale d'azote, tandis que sa qualité et surtout son poids dépendent plutôt des sels minéraux, particulièrement de la proportion d'acide phosphorique. C'est ainsi que 250 à 275 kilos de superphosphate de chaux à l'hectare ont été suffisants pour assurer l'efficacité de l'azote fourni par 190 à 250 kilos de sulfate d'ammoniaque ou par 220 à 280 kilos de nitrate de soude.

Il y a divergence entre les expérimentateurs et les praticiens sur la question de savoir sous quelle forme l'azote doit être fourni au sol ; toutefois, d'après les expériences nombreuses des savants anglais, le nitrate de soude est plus efficace que le sulfate d'ammoniaque, surtout dans les années de sécheresse.

D'autre part, s'il est vrai que l'azote organique a donné de très hauts rendements à Rothamsted, notamment, sous forme de tourteaux, expériences dans lesquelles la qualité de l'orge n'a pas été prise en considération, il n'en est pas moins vrai que M. Grüber, de la Société d'Agriculture de Strasbourg, exclut, pour la culture de l'orge de *brasserie*, toute fumure azotée directe de fumier de ferme, de matières fécales ou de purin. Des expériences de cet agronome poursuivies pendant douze années à la Société d'Agriculture de Strasbourg, il ressort que, lorsqu'on applique directement les engrais sur l'orge, il faut recourir aux engrais chimiques si l'on veut éviter le développement des parties herbacées au détriment du grain. Ces essais ont fait voir deux récoltes d'Orge Chevalier se succéder sans exiger d'autre apport que la restitution de phosphates et de sels potassiques la seconde année.

Le fumier de mouton surtout, et à *fortiori* le parcage, sont tout à fait contraires à l'orge cultivée en vue de la malterie.

D'un autre côté, d'après les essais de M. Garola en Eure-et-Loir, la fumure directe n'est pas à recommander, même en ce qui concerne la quantité. S'il faut en croire ce professeur, dans les expériences anglaises ce sont vraisemblablement les résidus des fumures antérieures qui ont réagi sur le rendement, tandis que dans les siennes, qui se rapprochent beaucoup plus des conditions de la pratique courante, le fumier n'a pas eu le temps d'agir.

Dans d'autres expériences faites à l'Ecole d'Agriculture du Pas-de-Calais, qui ont donné un rendement moyen de 38 quintaux de grain à l'hectare, d'excellente qualité d'ailleurs, comme on s'en est assuré, la fumure a été fournie par 20.000 kilogrammes d'écumes calcaires de sucrerie, 1.000 kilogrammes de phosphates de chaux naturels, le tout enfoui avant l'hiver lors du premier labour, et 200 kilogrammes de nitrate de soude incorporés par un coup d'extirpateur huit jours avant le semis.

La terre étant convenablement fumée et préparée, l'orge doit être semée le plus tôt possible,

[1] Correspondant à 1625 kilogrammes de grain, et 2800 kilogrammes de paille.

tant pour les variétés d'automne que pour celles de printemps; les semis tardifs ne sont nullement à conseiller. Il va sans dire que les graines seront disposées en lignes, à raison de 250 litres en moyenne par hectare; ces lignes devront être orientées, autant que possible, de l'est à l'ouest. — Les autres pratiques culturales, sarclages, récoltes, etc., sont les mêmes pour l'orge de brasserie que pour l'orge ordinaire; disons seulement que la coupe doit être faite un peu prématurément en laissant la dessiccation s'opérer en dizeaux ou en moyettes.

IV. — Rendements et étendue cultivée. Comparaison avec l'étranger.

D'après la dernière statistique décennale, le rendement moyen de l'orge en France est de 18h25 par hectare. Toutefois, dans les départements de la Seine, des Pyrénées-Orientales et surtout d'Eure-et-Loir et Loir-et-Cher, les rendements moyens sont voisins de 35 hectolitres.

En Belgique, le rendement moyen est de 30 hectolitres. En Angleterre, M. Ronna l'évalue à 44 hectolitres dans les années ordinaires et 57 hectolitres pour une bonne année.

Le rapport du grain à la paille varie entre = 65 : 35 et = 25 : 75; dans les meilleures variétés de brasserie on a même constaté un rapport = 50 : 506, notamment pour l'*Orge Hallet's pedigree*.

Les rendements, ici comme d'ailleurs pour la plupart des autres cultures, ne dépendent pas seulement de la nature du sol et de la quantité des engrais; mais ils sont encore dans une notable mesure sous la dépendance de la variété cultivée. C'est ainsi que, d'après M. Grandeau, les chiffres du tableau IV peuvent être regardés comme une bonne moyenne :

Tableau IV. — Rendements suivant les qualités cultivées.

	GRAIN EN HECTOL.	PAILLE EN KGR.	POIDS DE L'HECTOL.
Orge d'hiver.	57	2500	62 à 72 kil
Orge à deux rangs. .	50	2200	62 à 78
Orge à quatre rangs...	48	1500	50 à 64

Dans les expériences faites à l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais, en 1893, dans les mêmes conditions de culture, les rendements ont été, pour les sept variétés essayées, ceux qu'indique le tableau V.

La statistique agricole ne faisant pas de distinction entre les orges d'hiver et les orges de printemps, ni entre les orges communes et celles de brasserie, force nous est de les confondre toutes dans les chiffres qui suivent, qui donnent la surface

Tableau V. — Rendements et Qualités.

VARIÉTÉS	RENDEMENT A L'HECTARE		POIDS DE L'HECTOL.	NOMBRE DE GRAINS CONTENUS DANS 100 GR.
	kilos	hectol.		
Orge à 2 rangs Richardson.....	2800	45.16	62 k.	2056
Orge Chevalier française.....	2300	44.59	74	1936
O. Hanna pedigree (Moravie).....	3600	48.64	74	1932
O. carrée de printemps....	3500	47.34	73	2464
O. à 6 rangs de printemps.....	3080	45.29	68	2476
O. à 2 rangs Hallet's pedigree.....	2720	38.85	70	1432
O. Scholeys Warp Chevalier..	3280	42.53	69	1844

cultivée pour la France dans ces dernières années :

	hectares
En 1840 l'orge était cultivée en France sur	1.200.000
1852.....	1.000.000
1862.....	1.000.000
1873.....	1.100.000
1884.....	1.057.506
1885.....	935.616
1886.....	946.700
1887.....	934.416
1888.....	893.700
1889.....	857.527
1891.....	1.223.160
1892.....	916.112
1893.....	874.636
1894.....	890.314

Les départements qui cultivent le plus d'orge sont ceux d'Ille-et-Vilaine, de la Manche, de la Mayenne et de la Sarthe. Voici pour ces départements les étendues ensemencées en 1893 d'après le *Bulletin officiel du Ministère de l'Agriculture* (tableau VI) :

Tableau VI. — Production maximum en quatre départements.

DÉPARTEMENTS	SURFACE	PRODUCTION TOTALE
	hectares	hectol.
1° Mayenne.....	47.114	659.596
2° Sarthe.....	39.808	420.108
3° Manche.....	39.838	557.732
4° Ille-et-Vilaine.....	33.439	541.676

Les départements qui en cultivent le moins sont le Rhône (180 hectares = 3.000 hectolitres); le Morbihan (105 hectares = 1.575 hectolitres) et la Gironde (5 hectares = 51 hectolitres).

Enfin, dans deux départements, cette culture fait complètement défaut : ce sont la Dordogne et le Lot-et-Garonne (1893).

La production totale de l'orge en France varie

[1] En 1895 l'orge a été cultivée sur 917.985 hectares. La production totale a été de 11.496.880 quintaux métriques.

annuellement entre 20.000.000 et 27.000.000 d'hectolitres.

Les départements qui contribuent à l'alimentation de nos brasseries, peuvent être répartis en cinq groupes principaux :

1° Groupe de Champagne;

2° Groupe de Bourgogne;

3° Groupe du Plateau central;

4° Groupe de la Touraine et de l'Anjou;

5° Groupe du Nord.

Les deux premiers groupes, et surtout le premier, livrent d'excellentes orges industrielles, ne

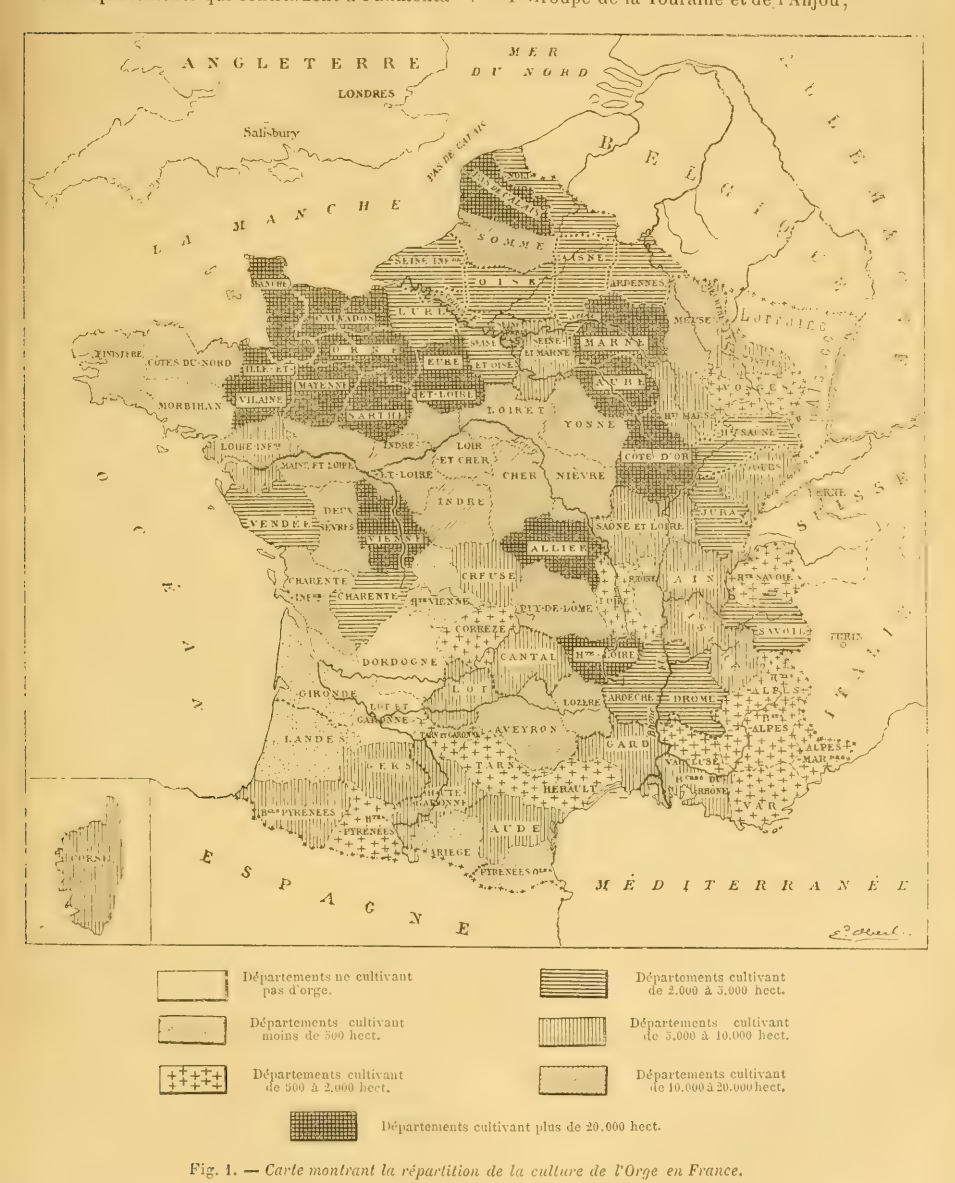


Fig. 1. — *Carte montrant la répartition de la culture de l'Orge en France.*

le rediant parfois en rien sous le rapport de la qualité, suivant la remarque de M. J. Troude[1], aux bonnes orges autrichiennes. Une sélection plus principalement, conduiraient à des résultats meilleurs encore. L'installation de quelques champs d'expériences fournirait aussi d'excellents résultats;

Fig. 2. — *Carte montrant le rendement moyen de l'Orge par hectare en France.*

parfaite des semences et un emploi bien entendu des engrais concentrés, des engrais phosphatés elle est vivement désirée par la population de l'Est.

Les orges du Plateau central, du Puy-de-Dôme et d'Auvergne sont souvent parfaites et très recherchées par les malteurs du Centre.

[1] J. Troude, [illegible] (*L'Agriculture nouvelle*, n° 234).

Quant aux produits de la Touraine et de l'Anjou, ils sont généralement de bonne qualité et la majeure partie est consommée par la brasserie anglaise.

Les deux cartes ci-jointes (fig. 1 et 2, pages 963 et 964) montrent, d'une part l'étendue consacrée à l'orge dans les départements français, d'autre part les rendements moyens à l'hectare (en 1893).

Le pays d'Europe qui produit le plus d'orge est la Russie, avec 6.434.875 hectares, soit une production totale de 103.285.000 hectolitres; puis vient l'Allemagne, avec 1.690.096 hectares, soit 24.207.260 hectolitres; l'Autriche consacre 1.123.980 hectares à cette culture, mais ne produit que 11.729.210 hectolitres, tandis que la Hongrie avec une étendue moindre, soit 1.112.730 hectares, donne 22.537.600 hectolitres; l'Angleterre cultive 928.000 hectares avec une production de 24.000.000 hectolitres; le Danemark, qui consacre 297.897 hectares à l'orge, a produit 9.032.090 hectolitres. Enfin, les États-Unis d'Amérique cultivent cette céréale sur 1.302.000 hectares et produisent 24.622.100 hectolitres.

Comparativement à leur superficie territoriale, les pays qui consacrent la plus grande étendue à la culture de cette céréale peuvent être classés dans l'ordre suivant (fig. 3) :

Tableau VII. — Importations.

	1887	1891	1892	1893
Russie Mer Noire	q. m. 647.188	q. m. 33.280	q. m. 115.748	q. m. 1.511.996
Belgique....	128.002	28.133	16.032	249.266
Allemagne..	7.642	8.178	2.249	3.059
Turquie	2.470	12.725	26.053	25.803
Algérie.....	385.562	965.433	785.707	370.887
Tunisie.....	»	235.156	104.322	96.900
Autres pays.	217.310	85.055	36.058	206.934
Totaux...	1.388.175	1.368.271	1.084.139	2.464.845
Valeur en fr.	51.400.967	23.823.042	18.375.568	38.946.872

Pour la France, les importations et exportations sont résumées dans les tableaux VII et VIII.

Tableau VIII. — Exportations

	1887	1891	1892	1893
	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.
Angleterre..	326.252	573.540	579.600	106.337
Belgique....	200.001	385.763	330.360	10.281
Allemagne..	41.673	144.223	174.829	2.442
Suisse	42.725	25.288	55.108	5.911
Autres pays.	12.190	99.026	67.361	6.049
Totaux...	622.841	1.227.840	1.198.258	131.050
Valeur en fr.	10.899.718	23.3 0.860	22.167.773	2.572.426

Il est à remarquer qu'antérieurement à 1892 le

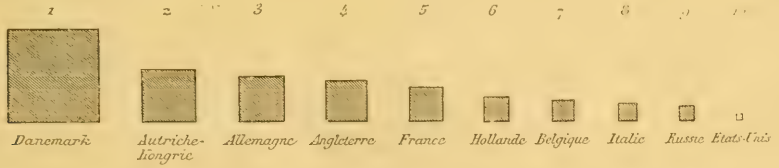


Fig. 3. — *Rapport de la surface cultivée en Orge à la superficie territoriale en chaque pays.*

C'est l'Autriche-Hongrie qui fournit la plus forte proportion d'orge de brasserie par rapport au chiffre de la récolte totale : environ 14 à 15 °/₀. C'est également ce pays qui donne les meilleures qualités. Les orges de Moravie, de Bohême, de Slowackie, et surtout quelques provenances de la Hongrie, employées particulièrement dans les brasseries de Vienne, sont très estimées.

V. — Commerce. — Exportations. — Prix

Comme on peut le voir par les carrés ci-dessus (fig. 3), ce ne sont pas les pays qui fabriquent le plus de bière qui cultivent le plus d'orge ; cela nous montre de suite que cette céréale est l'objet d'un commerce très actif. La France, l'Angleterre, l'Allemagne et surtout les États-Unis ne produisent pas assez d'orge et en importent de grandes quantités tous les ans.

malt, c'est-à-dire l'orge germée, figurait dans les statistiques avec l'orge en grains; depuis il a été séparé. Les quantités importées ont été les suivantes :

		Quantités q. m.	*Valeur en fr.*
Malt	1892...	25.672	744.488
	1893...	40.460	1.173.340
Orge en grains	1892...	38.548	1.156.440
	1893...	14.617	438.510

Comme pour le grain, l'exportation du malt est beaucoup plus faible.

Quant au prix de l'orge, il a subi de nombreuses fluctuations depuis un demi-siècle; le diagramme de la figure 4 donne quelques indications à ce sujet; néanmoins, comme il s'applique aux orges en général, on aura assez vraisemblablement le prix des orges de brasserie en majorant de 1 fr. 25 à 2 fr. par hectolitre.

A titre de renseignement et pour finir, nous donnons (fig. 4 et tableau IX) le prix des orges au 20 décembre 1890 sur les différents marchés de la France et des autres pays.

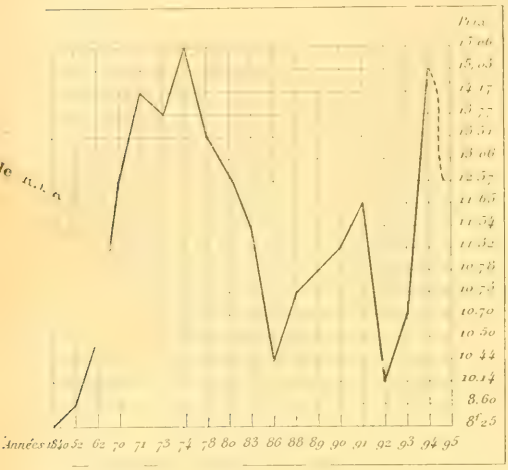


Fig. 4. — *Prix moyen de l'Orge de* 1840 *à* 1895.

Tableau IX. — Cours de l'orge au quintal métrique le 20 décembre 1890 sur les principaux marchés de France et de l'étranger.

I. France :	Paris	19.10
	Rennes	15.50
	Le Mans	15.50
	Arras	18.00
	Sedan	19.50
	Limoges	14.00
	Montargis	18.00
	Dijon	19.00
	Toulouse	16.70
	Cahors	19.60
	Nîmes	16.50
	Oran (Algérie)	13.00
II. Étranger :	Londres	21.00
	Anvers	19.75
	Bruxelles	19.00
	Namur	18.50
	Strasbourg	21.95
	Genève	18.00

II. — HOUBLON

La culture du houblon (*Humulus lupulus*) diffère essentiellement de celle de l'orge. Cependant elle n'est guère moins ancienne : car, s'il est vrai que Pline considère l'orge comme la plus ancienne des céréales, l'histoire constate, par contre, que la culture du houblon était déjà pratiquée dans les Flandres au temps des Carlovingiens.

En raison du nombreux personnel qu'exige cette culture, elle est particulièrement pratiquée par les petits cultivateurs aisés et elle ne s'étend que sur des surfaces assez limitées. En effet, si les houblonnières d'une étendue de 2 ou 4 hectares ne sont pas précisément rares en Bavière et en Bohême, elles ne dépassent que rarement un hectare en France : car non seulement cette culture exige un nombreux personnel d'ouvriers très expérimentés, mais elle demande encore une mise de fonds très élevée ; l'évaluation de cette dépense, contrairement à ce qui a lieu pour les autres cultures, peut être assez facilement déterminée, le houblon occupant le même emplacement pendant de nombreuses années et étant de ce fait hors assolement.

I. — PRODUCTION DU HOUBLON. — STATISTIQUE

Comme pour l'orge, notre production en houblon est insuffisante pour les besoins toujours croissants de la brasserie, et tous les ans nous avons recours à l'étranger.

C'est ainsi qu'en 1889 nous avons importé 3.145.047 kilogrammes de houblon, venant surtout de Belgique et d'Allemagne, soit une valeur de 6.919.105 francs.

Quoique dans ces dernières années les importations aient quelque peu diminué en quantité, par contre, la valeur en argent des produits importés s'est accrue dans une certaine mesure, car en 1892 nous avons demandé à l'Étranger 2.904.414 kilogrammes valant 9.294.125 francs, et en 1893, 2.321.538 kilogrammes, représentant une valeur de 7.428.125 francs. D'un autre côté, nos exportations, qui n'ont jamais été très considérables, vont tous les ans en diminuant, comme le montrent les chiffres du tableau X :

Tableau X. — Exportation des houblons français.

ANNÉES	QUANTITÉS	VALEURS
1889	1.000.937 k.	1.681.574 fr.
1890	949.967	2.564.911
1891	1.154.237	3.393.302
1892	928.619	2.502.651
1893	866.101	2.338.472

Comme on le voit, nos importations dépassent de beaucoup nos exportations, et, suivant la juste remarque de M. F. Convert, on ne peut guère se dissimuler qu'elles ne pèsent sur les cours. Les droits de douane qui frappent les houblons exotiques ont été longtemps de 54 francs par 100 kilos. Nos traités de commerce les avaient réduits à 12 fr. 50 ; ils ont été fixés par notre nouveau tarif à 30 francs (tarif minimum). Par rapport au prix des houblons importés, qui sont presque toujours chez nous des houblons de choix de provenance allemande, c'est une taxe qui ne dépasse pas 10 °/₀ ; par rapport au prix des bières, dans la fabrication

desquelles il entre de 350 à 500 grammes de houblon par hectolitre, la surcharge qui en résulte est de 0 fr. 15 au maximum, de 0 fr. 08 seulement par rapport au dernier tarif conventionnel. Ces droits ne sont pas ceux que réclamait le Syndicat de Bourgogne, qui était dans son rôle en insistant pour obtenir 60 francs, mais ils n'en ont pas été moins bien vus par les cultivateurs.

Le champ des améliorations ouvert au perfectionnement des méthodes culturales à adopter pour le houblon est vaste. C'est en pressant les progrès qu'on rendra confiance aux planteurs maintenant hésitants, et qu'on maintiendra dans notre pays, comme le dit M. Convert, une culture qui conserve devant elle de larges débouchés.

La culture qui nous occupe est, comme nous l'avons indiqué, limitée à d'assez faibles surfaces en France; de plus, elle est localisée dans des districts qui s'y adonnent plus spécialement. En effet, on ne la rencontre à l'heure actuelle que dans quatorze départements, dans lesquels elle occupait en ces dernières années les surfaces respectives qu'énumère le tableau XI :

46.000 hectares à cette culture; puis vient l'Angleterre avec 24.000 hectares [1]. Le houblon occupe : en Autriche-Hongrie 14.000 hectares; en Belgique 4.200; aux États-Unis 20.000.

Les houblonnières françaises peuvent être classées en trois groupes ou régions, surtout caractérisés par le mode de culture et la qualité des produits. Ce sont : la région du *Nord*, celle de la *Bourgogne* et celle de la *Lorraine* (fig. 5).

La région du Nord comprend deux centres principaux : l'un aux environs de Busigny, et l'autre en Flandre, surtout près de Bailleul et d'Hazebrouck. Les houblons qu'elle produit sont, d'une manière générale, de moins bonne qualité que ceux de la Lorraine.

Dans cette dernière région, les houblonnières se trouvent surtout dans les contrées avoisinant Rambervillers, Gerbevillers, Lunéville, Toul et Dieulouard. Les houblons de Bourgogne sont les plus appréciés de tous les produits français; ils sont bien supérieurs à ceux d'Alsace et de Belgique, tout en restant inférieurs à ceux de Bavière et de Bohême. Les plantations se répartissent surtout

Tableau XI. — Superficies cultivées en houblon

DÉPARTEMENTS	SUPERFICIE CULTIVÉE EN :			PRODUCTION TOTALE EN :		
	1889	1891	1893	1889	1891	1893
	hectares	hectares	hectares	fr.	fr.	fr.
Aisne	260	97	134	197.045	136.277	257.522
Aube	3	»	2	3.245	»	3.240
Charente-Inférieure	8	6	9	7.750	23.250	33.550
Côte-d'Or	976	1012	974	995.210	1.570.875	2.347.362
Indre-et-Loire	3	2	2	1.913	2.850	2.480
Isère	8	8	7	11.712	12.000	16.000
Jura	11	731	39	9.240	60.673	54.770
Haute-Marne	58	53	76	74.661	65.530	224.616
Meurthe-et-Moselle	684	598	610	608.960	878.186	1.249.333
Nord	1020	771	862	679.204	1.066.300	2.413.600
Pas-de-Calais	23	14	20	12.264	12.540	18.000
Haute-Saône	32	31	30	23.512	91.545	72.948
Somme	13	7	6	4.160	4.265	7.200
Vosges	37	27	31	13.886	38.042	86.387
Totaux	3.136	2.669	2.802	2.644.173	3.902.333	6.807.012

Mais on peut constater que, si la surface totale consacrée au houblon depuis 1889 a diminué, en revanche la somme des valeurs créées a presque triplé, ce qui prouve en faveur de la qualité des produits français.

Avant 1870 la surface plantée, accusée par les statistiques, était plus considérable; cette diminution reconnaît surtout pour cause la perte de l'Alsace et de la Lorraine, qui cultivaient et cultivent encore beaucoup de houblon.

Quoi qu'il en soit, l'Allemagne, l'Angleterre, la Belgique, l'Autriche-Hongrie et les États-Unis d'Amérique sont des producteurs autrement importants que la France. L'Allemagne consacre

aux environs de Selongey, de Seurre, de Saint-Seine et d'Is-sur-Tille.

Comme on peut le voir, les houblons, d'un pays à l'autre, sont de qualité fort différente, ce qui

[1] Dans ce pays, la culture du houblon, naguère encore si prospère, subit, depuis quelques années, les effets d'une crise qui s'est traduite par une notable diminution des plantations. Cette diminution toutefois n'a pas été générale : elle a surtout affecté les comtés de Sussex et de Kent. Cet état de choses semble surtout produit par la dépréciation des cours, qui, de 212 francs les 100 kilogrammes, en 1870, sont descendus à 165 francs en 1890; cette dépréciation s'est aggravée sous l'influence des importations de l'étranger, surtout de la Belgique et de l'Allemagne, qui ont remplacé, en grande partie, les produits indigènes dans la consommation intérieure.

tient non-seulement aux conditions climatériques, mais encore au mode de culture, aux variétés adoptées, et surtout à la nature du sol.

II. — Propriétés et caractères d'un bon houblon.

La qualité des houblons est non moins importante en brasserie que celle des orges ; aussi devons-nous tout d'abord énoncer les caractères distinctifs des produits de bonne qualité, les seuls que le planteur doive aujourd'hui s'attacher à produire.

Indépendamment de la siccité, qui est la première qualité d'un bon houblon marchand, qualité qui dépend, avant tout, du mode de récolte et de séchage et qui ne doit pas laisser subsister dans les cônes plus de 8 à 12 °/₀ d'eau, les caractères d'un bon houblon sont : la fraîcheur (les houblons de l'année étant toujours préférés), la finesse des bractées, la viscosité, les cônes bien fermés, une coloration jaune verdâtre, mais non verte, brune ou rouge, enfin une odeur aromatique bien prononcée.

Il ne faudrait pas croire que la valeur d'un houblon dépende uniquement, comme on l'a dit souvent, de la proportion de *lupuline* qu'il renferme, celle-ci oscillant entre 8 et 16 °/₀ ; mais, ce qui importe aussi, c'est la teneur en tanin, qui varie entre 2 et 6 °/₀ ; plus la quantité de ce dernier principe sera grande, meilleur sera le houblon [1].

La graine, qui se trouve au bas des folioles des cônes, doit faire défaut ou à peu près ; s'il en était autrement, le houblon, comme le fait remarquer M. L. Marx, serait de qualité inférieure, et son arome ne saurait être fin. Enfin, la résine est aussi un élément très important ; le bon houblon doit en renfermer de 12 à 18 °/₀ ; plus il en contient, meilleur il est.

Voici, d'après Rautert, la composition centésimale d'un bon houblon provenant d'Ellingen :

Huile essentielle	0.50
Résine	15.90
Tanin	3.02
Gomme	11.10
Substances extractives	6.40
Cellulose et substances insolubles	48.33
Sels solubles	0.25
Eau	14.50

Fig. 5. — *Carte des districts houblonniers d'Europe.*

Avec le temps, et s'il est conservé dans de mauvaises conditions, le houblon perd son arome et change d'aspect ; il devient, en général, plus sombre et se couvre de taches : au bout d'un an, il a déjà perdu de sa valeur, et, au bout de six ans, suivant le Dr L. Gautier, il est devenu complètement inodore et brun.

III. — Variétés culturales : sol et engrais.

Nous ne donnerons pas les caractères botaniques et végétatifs du houblon, qui sont bien connus ; qu'il nous suffise de rappeler que c'est une plante dioïque, grimpante, sinistrorse, vivace par ses racines, qui sont très abondantes et profondément enfoncées dans le sol ; elles émettent de nombreux rejetons dès le premier printemps. La végétation du houblon est très vigoureuse et peu de plantes

[1] Il convient de remarquer que le tanin du houblon n'est pas identique avec celui de la noix de galle, il se rapproche plutôt de celui du bois jaune (acide marin-tannique). Son rôle principal dans la fabrication de la bière consiste à faciliter la clarification des moûts en précipitant les matières albuminoïdes. Le tanin est surtout réparti dans les bractées, tandis que la lupuline, l'huile essentielle qu'elle renferme et la résine, se trouvent dans les granulations. C'est d'ailleurs à l'huile essentielle que, suivant Rautert, il faut attribuer presque tous les effets pour la production desquels le houblon est employé dans la préparation de la bière.

croissent avec autant de rapidité. C'est ainsi que, d'après Früwith, lorsque le temps est chaud, en une heure l'extrémité d'un plant de houblon croît de l'étendue d'un cercle ayant 10 à 15 centimètres de rayon.

Les variétés culturales sont assez nombreuses, mais encore insuffisamment étudiées. On peut néanmoins les ranger en deux groupes nettement caractérisés tant au point de vue agricole qu'au point de vue industriel : les houblons hâtifs d'une part, et les tardifs de l'autre. Parmi les uns et les autres on en trouve ayant la tige verte, d'autres l'ayant rougeâtre ; mais ce qui les différencie surtout, c'est que les variétés hâtives ou précoces mûrissent leurs cônes environ quinze jours plus tôt que les autres ; par contre, et sauf quelques exceptions, cet avantage est compensé par la qualité un peu moindre des produits.

Il serait trop long d'énumérer les variétés agricoles de cette plante ; nous ne citerons donc que les principales, dont le nom même renseigne le plus souvent sur les caractères saillants ; c'est ainsi qu'il faut mentionner : le *houblon à tige blanche de Poperinghe*, variété hâtive ; le *houblon carneau*, à tige verte, moins hâtive, mais plus productive ; le *hâtif de Spalt* et le *tardif de Spalt* (Bavière) ; le *grape's* et le *godling's*, variétés fixes obtenues depuis peu en Angleterre. Un grand nombre d'autres variétés nouvelles, également bien fixées, obtenues en Bohême, ont été essayées dans ces dernières années dans les cultures françaises, notamment par M. Guichard à Dracy près de Chalon-sur-Saône, par M. Binq en Bourgogne, et, plus récemment, par MM. Comon et Cassiez-Duflos à Busigny (Nord). Ces essais culturaux, portant surtout sur des variétés précoces et à grands rendements, ont donné, en général, des résultats très encourageants ; bon nombre sont, d'ailleurs, encore actuellement à l'étude.

Le houblon occupant le même sol pendant longtemps, de dix à vingt ans, et son système radiculaire étant très développé, il lui faut une terre non seulement fertile, mais encore profondément défoncée.

Quoique cette plante vienne à peu près dans tous les terrains, pourvu qu'ils réunissent les conditions ci-dessus et quelle que soit d'ailleurs leur dominante minéralogique, elle est généralement exclue des terres fortes et humides ; dans les sols très sablonneux et secs, le houblon est, en général, de bonne qualité, mais c'est dans les terres d'alluvion fertiles, surtout dans les vallées, que le houblon donne les meilleurs résultats, comme quantité et qualité. La nature du sous-sol a également une grande importance en raison même du développement considérable du système radiculaire : c'est ainsi que les sous-sols imperméables de toute espèce, ceux d'argile, de tourbe ou de gravier sont absolument contraires au houblon.

D'après ce qui a été observé en Angleterre, le houblon se plaît fort bien sur certaines couches géologiques du terrain crétacé inférieur, très riche en débris animaux et en phosphates fossiles. M. L. Gossin a eu occasion de constater que, dans le département de la Meuse, le houblon sauvage se développe à un point extraordinaire sur ces terrains, et qu'il produit, quoique non cultivé, des cônes très larges et très riches en lupuline.

Avant l'hiver, la terre destinée au houblon doit être défoncée à une profondeur qui varie entre 40 et 80 centimètres, parfois même un mètre lorsque la chose est possible. En Bourgogne, on va assez souvent à 80 centimètres, et bon nombre de planteurs de cette région considèrent que la durée de la houblonnière est en raison directe de la profondeur du terrain, ce qui, toutefois, n'est vrai que si la fumure est proportionnée à la profondeur et appropriée aux besoins de la plante.

Dans la région du Nord, où les labours profonds ne sont pas toujours possibles, en raison de la nature du sous-sol, on ne défonce que rarement au-dessous de 40 centimètres. A Carency et à Saint-Nazaire en Artois, dans le Pas-de-Calais, bon nombre de houblonnières sont établies sur des sols remués à 30 centimètres de profondeur seulement, et, cependant, leur durée dépasse communément une quinzaine d'années. En Lorraine, surtout dans les terres triasiques, la profondeur des labours de défoncement varie entre 35 et 40 centimètres.

Dans tous les cas, la terre destinée à l'établissement d'une houblonnière doit recevoir une fumure abondante, et celle-ci variera avec la nature du sol et celle des récoltes précédentes, qui sont, en général, des plantes sarclées ou des défrichements. Toutefois, on ne doit pas perdre de vue que le houblon est une plante épuisante : car une récolte moyenne enlève par hectare à peu près la quantité suivante (tableau XII) d'éléments utiles, que la plante devra trouver dans la terre dès son établissement :

Tableau XII. — Éléments pris au sol.

	AZOTE	AC. PHOSPHORIQUE	POTASSE	CHAUX
1400 kil. de cônes.....	45 k.	15.5	32	15
La plante entière coupée raz-terre.....	93 k.	28.0	68	69

Ce qui convient particulièrement à cette plante, c'est la *vieille force* ou *vieille graisse* provenant de

l'accumulation antérieure de fortes fumures organiques. A défaut de celles-ci, on a recours à diverses matières fertilisantes. La plus employée est le fumier de ferme; mais, à ce point de vue, celui des bêtes bovines est préférable à tout autre, à condition qu'il ne soit pas trop frais. Des doses de 35.000, 40.000 et même 45.000 kilos de fumier par hectare sont fréquemment appliquées, et, quand cette quantité ne peut être réalisée, on complète la fumure par des composts ou terreaux provenant de la décomposition lente de débris organiques divers. Dans les Flandres, on met souvent des tourteaux, surtout ceux de colza, à des doses très variables, mais qui ne sont jamais moindres que 1.200 kilos par hectare. Les déchets de laine ou de cuir, associés à de la chaux en petite quantité, sont également très favorables en raison de leur lente décomposition.

Cette fumure abondante, nécessitée par l'établissement d'une houblonnière, est très onéreuse pour la première année, qui ne donne, d'ailleurs, qu'un produit nul ou insignifiant; les avances nécessitées ne sont pas inférieures à 1.000 francs par hectare, tant pour les engrais que pour les travaux de plantation et de défoncement, qui sont souvent très coûteux.

A cette dépense initiale s'ajoutent, d'ailleurs, les dépenses annuelles qui, indépendamment des soins de main-d'œuvre toujours élevés, comprennent encore des fumures additionnelles, ce qui exige un capital d'exploitation élevé; aussi, peu de cultures sont-elles aussi coûteuses.

Les fumures d'entretien, dans le nord de la France et en Belgique, consistent en l'apport de fumier de ferme ou d'engrais flamand, ou encore de purin dans lequel on a délayé des tourteaux oléagineux; les touraillons de brasserie provenant de la fabrication du malt réussissent également très bien.

Quelques planteurs, comme le fait observer M. A. Damseaux, enfouissent chaque année au printemps 1.000 à 1.500 kilos de superphosphate de chaux et 400 à 500 kilos de chlorure de potassium; ce dernier engrais serait toutefois plus avantageusement remplacé par 250 à 300 kilos de sulfate de potasse. Le nitrate de soude, employé à forte dose, nuit manifestement à la qualité du houblon, comme l'a démontré E. Pott; mais de faibles quantités de ce sel, n'excédant pas 150 à 200 kilos, ou, ce qui est encore bien préférable, du sulfate d'ammoniaque à raison de 300 à 400 kilos, répandu en juin, à l'approche de la floraison, sont des plus utiles dans les houblonnières qui réclament un supplément de fumure d'une action rapide.

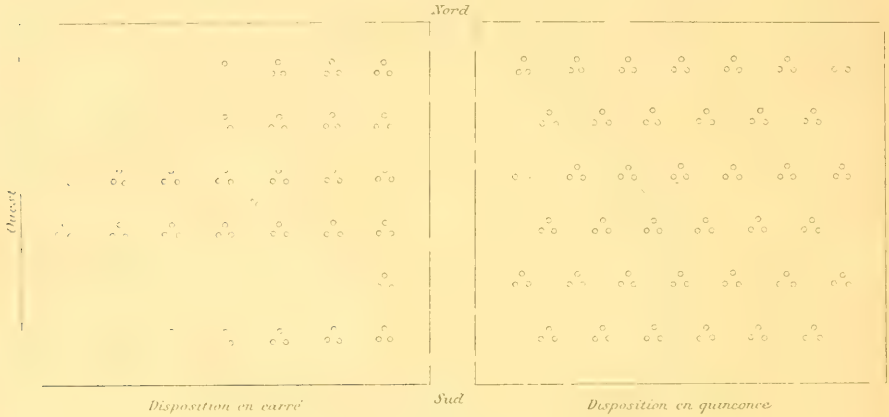


Fig. 6. — *Disposition schématique des plants de houblon.*

Il est toujours bon de tenir en réserve des engrais actifs, de préférence de nature chimique, pour soutenir les pieds languissants et les amener à une maturité parfaite.

C'est d'ailleurs avec raison que quelques planteurs recommandent de ne pas appliquer ces engrais directement sur la plante, mais de les placer autour des plants, sans les toucher.

IV. — Établissement d'une houblonnière. — Plantation. — Soins d'entretien.

Le houblon ne se propage pas de graine; on plante les houblonnières au moyen de boutures ou fragments de tiges qu'on détache des pieds femelles au printemps lors de la taille. Ces pousses, qui sont de véritables boutures herbacées, sont de la grosseur du doigt et mesurent 10 à 15 centimètres de longueur; elles doivent porter quatre ou cinq yeux bien sains.

La plantation a lieu au printemps, ou plutôt à la

fin de l'hiver, car le houblon entre en végétation de très bonne heure.

On dispose les plantes, soit en carrés, soit en quinconces (fig. 6); cette dernière disposition est la plus fréquente et la plus avantageuse : car elle offre un accès plus facile à l'air et à la lumière.

Autant que possible, les lignes sont orientées dans la direction nord-sud; les deux parties de la figure 6 montrent ces deux dispositions.

Les pieds de houblon sont espacés en tous sens de 1 m. 60 à 1 m. 80 et même 2 mètres suivant les habitudes locales. La mise en place se fait au plantoir et l'emplacement est désigné d'avance au moyen de petits piquets.

Suivant l'espacement adopté, on a de 4.500 à 2.500 pieds par hectare. En Bohême on compte généralement 4.000 pieds, en Angleterre 3.200; en Lorraine, les plants sont, en général, très serrés, ce qui présente de graves inconvénients. En effet, comme le dit Eralh, « celui qui s'imagine que plus il y a de pieds, plus on récoltera de houblon, se trompe très gravement. C'est plutôt un espacement convenable qui permet le libre accès de l'air et de la lumière. Un pied isolé donne jusqu'à 500 grammes de cônes. On peut en obtenir autant dans les houblonnières où les pieds sont espacés à 1 m. 74. Si la plantation est sensiblement plus serrée, on ne peut compter par pied que sur un produit moitié moindre, et les maladies sont plus fréquentes. »

Les jeunes tiges se montrent dix à quinze jours après la plantation, qui se fait le plus souvent en triangle, un seul plant étant insuffisant pour les cas de non-réussite.

Si, après la mise en place, la terre est trop sèche, on arrose soit avec de l'eau pure, soit avec de l'eau purinée, en opérant de préférence le soir.

Comme la terre reste nue pendant la première année, les intervalles entre les pieds sont souvent utilisés pour la culture de pommes de terre ou de choux pommés. Cependant, il serait préférable de renoncer à cette manière de faire : car ces récoltes ne peuvent être obtenues qu'aux dépens du développement ultérieur du houblon.

Les travaux d'entretien à partir de ce moment sont très nombreux, et aucune plante, à l'exception de la vigne, n'en nécessite autant. Nous nous contenterons de les résumer : tout d'abord les binages et sarclages qui sont donnés en nombre indéterminé, aussi souvent que le besoin s'en fait sentir; on a eu soin de placer dans le voisinage des souches des gaulettes provisoires servant de tuteurs autour desquels la plante s'enroule. Vers le mois d'octobre on enlève ces tuteurs, on coupe les tiges à quelques centimètres au-dessus du collet et on butte les pieds pour les préserver de l'action des grands froids.

A partir de la seconde année, on pratique tous les ans au premier printemps l'opération appelée *châtrage*, *taille* ou *habillage*, qui consiste à enlever les parties mortes, à supprimer les jets inutiles. On ne laisse sur chaque pied que deux ou trois pousses, les plus vigoureuses. C'est à ce moment qu'on donne la fumure annuelle dont nous avons parlé.

L'habillage est suivi du placement des tuteurs définitifs. Ceux-ci consistent en perches, dites *perches à houblon*, en chêne ou en châtaignier, dont la longueur varie entre 8 et 12 mètres; elles doivent être préalablement goudronnées ou sulfatées pour en prolonger la durée. Tandis qu'en France, et sauf de très rares exceptions, l'emploi des perches en bois est partout dominant, en Allemagne et dans quelques districts de Belgique on préfère les fils de fer, qui sont beaucoup plus économiques. D'après Schlipf [1], les houblons s'enroulent mieux autour de ceux-ci et il n'y a pas lieu de les rattacher aussi souvent; les fils de fer forment, en outre, un ensemble qui offre une plus grande résistance au vent; l'air y circule mieux que dans les plantations soutenues avec des perches, et les cônes sont de meilleure qualité.

Après le perchage, lorsque les pousses mesurent de 50 à 60 centimètres de longueur, c'est-à-dire vers le mois de mai, on procède à l'accolage, qui ne doit pas être retardé si l'on veut éviter l'enchevêtrement des tiges. On pratique l'accolage avec des brins de paille mouillés.

On garnit uniformément les tuteurs de 2 à 4 pousses d'égale vigueur; toutes les autres sont supprimées. En juin on fait quelquefois un buttage pour maintenir plus de fraîcheur au pied.

A la fin de juillet, lorsque la plante a 5 ou 6 mètres de longueur, on supprime les pampres inférieurs : c'est la *rognure*, qui, cependant, n'est pas pratiquée partout. Pendant sa végétation le houblon peut être attaqué, surtout lorsque la culture est mal soignée, par plusieurs maladies cryptogamiques et insectes, qui diminuent souvent les rendements dans une notable mesure. Signalons seulement la moisissure (*Sphærotheca Castagnei*), le noir (*Fumago salicina*) la rouille (*Puccinia humilis*), puis l'araignée du houblon (*Tetranychus telarius*) dont la présence occasionne l'accident appelé *brûlure*, le puceron (*Aphis humilis*) qui produit la miellée ou mouchetit, l'hépiale du houblon (*Hepialus humilis*), lépidoptère dont la larve est très nuisible, etc. Enfin, le houblon est très sensible aux influences atmosphériques : la sécheresse surtout contrarie sa végétation; mais l'humidité excessive lui est également très funeste, surtout en ce qui concerne la qualité; enfin les vents violents sont tout à fait défavorables à cette culture.

[1] Schlipf, *Populæres Handbuch der Landwirtschaft*. Berlin, 1885.

V. — Récolte. — Rendements. — Préparation des cônes. — Frais de culture.

Les houblonnières ne sont en plein rapport qu'à la troisième ou quatrième année, et le produit se maintient dix, quinze et même vingt ans, si la culture est bien conduite ; toutefois, à partir de ce moment le rendement faiblit et le défrichement s'impose.

La récolte du houblon est une opération très importante, qui nécessite beaucoup de monde et beaucoup de soins.

L'époque de la maturité des cônes varie, non-seulement avec les années, mais encore avec les variétés et la nature du sol. Dans le Nord, les houblons précoces se récoltent de la fin d'août au 10 septembre, et les tardifs du 10 au 20 ou 25 du même mois.

Il est, d'ailleurs, très important de saisir l'époque convenable pour procéder à la cueillette. En effet, si l'on récolte trop tôt, les cônes sont peu odorants, maigres, trop aqueux, et le séchage est difficile. Opérée trop tard, la récolte donne des produits brunâtres, les cônes sont entr'ouverts et laissent perdre la lupuline.

C'est donc un moyen terme qu'il faut saisir : lorsque les cônes sont de couleur jaune doré, que leurs écailles sont encore fermées, en pointe et visqueuses, les tiges et les feuilles de la base sont jaunes.

Il faut faire la récolte par une belle journée et lorsque la rosée a disparu ; il est surtout essentiel, pour avoir un produit homogène, de mener la récolte rapidement ; à cet effet, on disposera de beaucoup de bras, d'autant plus que l'on ne cueille généralement que pendant les heures les plus chaudes de la journée.

Le premier travail de la récolte est le *déperchage*, qui consiste à enlever les perches et à les déposer soit directement sur le sol, soit sur un chevalet. Mais quelques heures avant de procéder à cette opération, on a eu soin de couper les tiges du houblon à environ un mètre du sol. Le déperchage se fait au moyen d'un levier ou de tenailles-pinces.

Une fois la perche et le plant de houblon qui l'enroule posés sur le chevalet ou même sur les genoux du cueilleur assis à terre ou sur un escabeau, d'autres ouvriers ou ouvrières enlèvent les cônes, en coupant de manière à ne laisser qu'un pédoncule d'environ un centimètre. Cet enlèvement se fait, soit avec l'ongle, soit à l'aide de ciseaux. En Bavière, nous avons vu employer à cet effet une petite coiffe en fer-blanc à bord acéré qu'on place sur le pouce et qui fait l'office de l'ongle. Il faut avoir soin de ne pas froisser les cônes et les écailles ; on évitera aussi de leur laisser de longs pédoncules et des feuilles, qui déprécient toujours le produit.

Un ouvrier peut cueillir par jour de 4 à 5 kilos de cônes. Au fur et à mesure que les cônes sont détachés, on les met dans des paniers, sans les tasser. Le panier une fois rempli, son contenu est déversé dans une grande corbeille ou sur une civière et porté au séchoir ; les rameaux sont donnés aux vaches, qui en sont très friandes ; avec cette nourriture elles produisent, paraît-il, un lait excellent.

Les perches nues sont relevées et disposées en faisceaux solides ; un peu plus tard elles sont rentrées à la ferme.

Quelquefois, en Belgique surtout, dans les petites houblonnières, dès que les perches sont enlevées de terre, on dégage les tiges, on en forme des bottes non serrées, que l'on rentre ; à la ferme on a soin de délier aussitôt, afin d'éviter tout échauffement ; l'épluchage a alors lieu dans la ferme, sous abri.

A Saaz, localité renommée pour ses houblons, la cueillette est l'objet de soins tout particuliers. Chez M. le Dr A. Ricard elle est conduite de la manière suivante : chaque famille a sa ligne de houblon, coupe le pied de la plante, et le houblonnier arrache la perche avec son levier ; là se borne le travail du houblonnier. Le cueilleur doit ensuite tirer la perche, la dépouiller de la plante et couper celle-ci en rameaux de 50 centimètres de longueur, afin de faciliter la cueillette.

Trois houblonniers suffisent de cette manière à arracher les perches pour cent cueilleurs. Deux houblonniers mettent les rameaux en ordre ; deux hommes aident aux sécheurs dans les greniers.

Ainsi une équipe de huit hommes est nécessaire au travail de cent cueilleurs.

Les cônes récoltés sont encore verts, très aqueux ; abandonnés à eux-mêmes ils s'altéreraient rapidement ; il faut donc les soumettre à la dessiccation pour les rendre *marchands*. Ce séchage peut se faire, soit à l'air libre, soit au moyen de séchoirs spéciaux ou tourailles.

En France, où le houblon est le plus souvent cultivé sur de petites surfaces, la dessiccation naturelle est la plus généralement appliquée.

Elle s'opère dans des greniers bien aérés où le soleil ne pénètre pas ; car son action, en activant le desséchement des cônes, leur enlèverait la couleur et une partie de l'arome. C'est donc à l'ombre qu'on dispose les produits, en couches minces, sur le plancher bien sec ou sur des châssis disposés en étages les uns au-dessus des autres. Les couches ne doivent pas avoir plus de six ou huit centimètres d'épaisseur pour éviter la fermentation et la moisissure qui en résulterait. Lorsque le temps

est sec, on ouvre toutes les ouvertures du grenier pour produire un courant d'air; mais on les tiendra fermées par les temps pluvieux et pendant la nuit, à cause de la fraicheur.

Dans de bonnes conditions de température, les cônes sont suffisamment secs au bout de deux ou trois jours pour pouvoir être mis en couches plus épaisses, d'environ 30 centimètres; trois semaines après, on peut atteindre 50 ou 60 centimètres; enfin on donne un mètre d'épaisseur; mais il faut avoir soin de remuer chaque jour les tas avec de petites gaules ou un râteau de bois pour éviter l'échauffement.

Dans les circonstances ordinaires, ce séchage dure environ deux mois.

Lorsque la dessiccation est complète, ce qu'on reconnaît à la crépitation des écailles quand on froisse les cônes dans la main, le tas est recouvert de toiles propres, pour éviter le dépôt de poussières et la volatilisation de l'arome.

Toutes ces opérations sont conduites avec précaution, et surtout sans secousses, pour éviter que la lupuline ne se perde.

Quand le houblon a été récolté dans de bonnes conditions, 3 kilos de cônes frais donnent environ un kilo de cônes secs. On compte qu'il faut une surface d'environ un mètre carré pour sécher un kilogramme de cônes frais. En Angleterre et en Belgique, on pratique assez souvent le soufrage du houblon pendant le séchage. L'action du soufre tue les germes de moisissures, jaunit les cônes et leur donne du brillant. Or, on s'est demandé si le houblon soufré destiné à la fabrication de la bière peut être nuisible à la santé. La question ayant été posée il y a quelques années aux chimistes experts pour la brasserie de Vienne et de Prague, ils ont déclaré qu'au point de vue sanitaire l'emploi du houblon soufré, surtout quand son usage ne suit pas immédiatement le soufrage, n'est nullement nuisible.

Arrivons maintenant aux rendements du houblon. Ceux-ci sont très variables et influencés par une foule de circonstances, notamment par les circonstances météorologiques et par le nombre de pieds cultivés par hectare.

En général, on ne peut guère compter sur plus d'une bonne récolte tous les deux ou trois ans. D'après M. G. Heuzé, dans les bonnes et moyennes années, chaque perche donne de 50 à 300 grammes de cônes bien secs; il faut des années exceptionnelles, ou cultiver le houblon sur des terres d'une grande fécondité pour espérer obtenir par perche 400 ou 450 grammes de cônes marchands. Un hectare qui contient 3.500 perches, c'est-à-dire dont les pieds sont espacés à 1 m. 70, doit donc produire, quand la récolte est bonne, de 900 à 1.000 ou 1.200 kilogrammes de houblon.

En Belgique les rendements sont plus élevés et atteignent 1.400 à 1.500 kilos dans les mêmes conditions, soit de 400 à 500 grammes par perche.

Les frais qu'entraîne la culture du houblon sont quelque peu variables; nous donnons ici deux comptes de culture recueillis par M. Convert et qui s'appliquent, l'un à la région du Nord, l'autre à la Bourgogne.

1° *Compte détaillé des dépenses qu'entraîne la culture d'un hectare de houblon, contenant* 3.500 *pieds* [1] :

Loyer de la terre	200 fr.
Impôt foncier	30
Remplacement des perches (10 % par an)	350
Engrais : 1 voiture de fumier à 1 cheval par 70 ou 80 pieds par an, à 8 fr. la voiture, ou 2 voitures tous les 2 ans	250
Cultures de printemps et d'été, taille, plantation des perches, liage des pousses à raison de 10 fr. les 100 pieds	350
Cueillette, touraillage, charbon, soupe; entretien des tourailles, à raison de 18 fr. les 100 pieds	630
Culture d'automne, soins des perches à raison de 2 fr. les 100 perches	70
Frais d'emballage, à raison de 1 fr. les 50 kg.	25
Total	2.005 fr.

ou 2.000 fr. en nombre rond.

2° *Compte des dépenses d'un hectare de houblon en Bourgogne (Côte-d'Or)* [2].

Loyer de la terre à 3.000 fr. intérêts et impôts	150 fr.
3000 perches à 1 fr. 10; intérêts et amortissement	165
Séchoirs et matériel de séchage, pour 1 hect. : 2000 fr.; intérêts et amortissement	100
Main-d'œuvre et frais divers; défonçage à à la main, 1000 fr. par hectare à répartir sur 20 années; intérêts et amortissement	100
Façons de 1 hectare	450
Cueillette et séchage : 1200 kil. à 0 fr. 35 le kil.	420
1/10 des perches à remplacer par an	330
20 m. c. de fumier, sur place	140
Total	1.855 fr.

Voilà pour les frais; voyons maintenant les produits. Si les rendements sont variables d'une année à l'autre, ainsi que nous l'avons vu plus haut, les prix auxquels on vend le houblon ne le sont pas moins, ce qui rend cette culture très aléatoire. On sait que le houblon se vend aux 50 kilos. Le prix en a varié depuis 1881 de 40 à 350 francs; mais ce prix de 350 francs, applicable à l'année 1882, est tout à fait exceptionnel, et depuis lors le chiffre de 200 francs n'a pas été dépassé; on peut donc admettre comme prix moyen de vente 90 fr. les 50 kilos ou 180 francs les 100 kilos pour les

[1] A Busigny, selon M. Cassiez-Duflos.
[2] D'après le Syndicat des Houblons de Bourgogne.

houblons d'excellente qualité, ce qui porte le produit annuel à 1.800 francs par hectare, en supposant un rendement de 1.000 kilos par hectare. Comme on le voit, la culture du houblon doit arriver à de grands rendements, 1.200 à 1.500 kilos à l'hectare, pour être profitable, surtout lorsqu'elle est faite sur de grandes surfaces. Il est vrai que, dans la pratique, cette culture étant faite sur de petites étendues et par des cultivateurs qui paient beaucoup de leur personne, employant surtout les ouvriers de la ferme ou leur famille pour les travaux de culture et de cueillette, produisant eux-mêmes le fumier, qui, de ce fait, n'a pas besoin d'être acheté, la culture du houblon peut être plus rémunératrice qu'il n'a été dit plus haut.

Mais il ne faut pas oublier que le prix de vente des houblons varie aussi suivant la qualité de ce produit; nous n'en donnons comme preuve que les cours suivants pris sur les mercuriales de novembre 1892.

	Les 50 kilogr.
Alost	90 à 100 fr.
Bourgogne	150 à 160
Poperinghe	90 à 100
Wurtemberg	145 à 135
Spalt	160 à 150
Nuremberg	145 à 160

Dans de pareilles conditions, la culture du houblon est plus généreuse et paie assez largement le producteur de ses peines.

A. Larbalétrier,

Professeur à l'Ecole d'Agriculture du Pas-de-Calais.

LES PROGRÈS DE LA PATHOLOGIE GÉNÉRALE

D'APRÈS UN LIVRE RÉCENT [1]

« Nous vivons dans un temps où il est bon de vivre quand on s'intéresse aux choses de la Médecine. » C'est par ces mots que M. le Professeur Bouchard inaugurait ses leçons sur les auto-intoxications en 1887, et l'on peut dire que personnne, par ses travaux, n'a mieux que lui justifié cette affirmation. Il suffit de parcourir le *Traité de Pathologie générale* qui vient de paraître pour juger de la part importante prise par M. Bouchard non seulement dans les progrès récents de la Médecine, mais encore dans la rénovation de cette science. On répète volontiers qu'il n'y a rien de nouveau sous le soleil, et cette maxime profondément banale est devenue le bréviaire des esprits chagrins ou paresseux qui, sous prétexte que tout a été dit, se refusent à s'aventurer dans les sentiers récemment ouverts. M. Bouchard se heurta, dès le début de ses recherches, à cet état d'âme moins rétrograde que stationnaire. L'ironie et les sarcasmes même qui accueillirent ses premières publications sur la nature parasitaire de la tuberculose le laissèrent indifférent. Plusieurs années avant la découverte du bacille de Koch, il établissait l'origine infectieuse de cette maladie et il en tirait toutes les conséquences avec une telle logique déductive que, si, depuis lors, on a un peu ajouté à ses travaux, on n'en peut rien retrancher. Le traitement pathogénique par la créosote est même resté, en attendant la médication spécifique, plus efficace. En présence de ses premiers adeptes, — et parmi ceux-ci, on ne saurait passer sous silence le nom de M. Landouzy, qui fut un de ses plus ardents disciples, — M. Bouchard reportait tout le mérite de sa doctrine à deux hommes qu'il admirait : Villemin et Pasteur.

Aujourd'hui la victoire est définitivement acquise, puisque tout le monde est enrôlé sous la même bannière, et il serait injuste de ne pas rappeler les luttes du début, oubliées surtout par ceux qui furent les plus véhéments contradicteurs.

L'apparition du *Traité de Pathologie générale* marque une étape importante dans l'histoire de la Médecine. Nous voudrions prendre occasion de la publication de cet ouvrage pour indiquer, suivant le plan même du livre, quelques points intéressants de la pathologie contemporaine.

I

A l'exception de la préface, M. Bouchard n'a écrit personnellement aucun des chapitres du nouveau volume publié sous sa direction. A côté de quelques professeurs qu'il s'est adjoints, comme M. Mathias Duval et M. d'Arsonval, la plupart de ses collaborateurs sont ses élèves. L'absence d'unité qu'on pourrait reprocher à leur ouvrage, véritable mosaïque d'écrivains différents, se trouve atténuée par la forte empreinte personnelle du maître. Cependant cette influence est suffisamment discrète pour permettre à chaque auteur de faire valoir, suivant son mode de réaction personnel, sa part d'originalité.

C'est qu'en effet la plupart de ces auteurs ne sont guidés par aucun ouvrage précédent, la patho-

[1] *Traité de Pathologie générale*, publié par Ch. Bouchard. Tome I. — G. Masson, Paris, 1895.

logie générale, telle qu'elle est envisagée aujourd'hui, différant totalement de l'enseignement qui a porté ce nom jusqu'ici. Broussais, au commencement du siècle, s'engageait, avec la fougue d'un combattant opiniâtre, dans une voie qui devait aboutir à l'anéantissement des doctrines du passé, dans lesquelles la métaphysique occupait le premier rang. Mais le « *physiologisme* », édifié sur une base qu'ébranlait la méthode expérimentale, ne tardait pas à s'effondrer. C'est avec Andral que cette méthode commença à se faire jour; toutefois, la pathologie générale de ce fin clinicien gravita surtout autour de l'observation et de l'anatomie pathologique. Les doctrines de Chauffard ramenèrent la pathologie à une période mystique, et les vérités traditionnelles devinrent momentanément des dogmes [1]. Avec M. Bouchard s'élève une École nouvelle : la pathologie générale se dépouille définitivement de son caractère sacerdotal pour devenir la synthèse des faits expérimentaux. Dès lors, essentiellement mobile et mouvante, elle suit les étapes du progrès, toujours en évolution, et se façonnant suivant les faits démontrés par des expériences incessamment renouvelées. Ainsi transformée, elle n'est plus, comme autrefois, le point de départ des doctrines : elle devient l'aboutissant des faits.

Ce n'est pas à dire que l'hypothèse soit bannie de la pathologie générale; elle est, au contraire, indispensable pour coordonner les observations qui ne comportent entre elles d'autre lien que ceux que l'esprit y apporte; mais sa valeur n'est appréciée que suivant son degré de vraisemblance et, ce qui est bien la caractéristique de notre époque, c'est l'importance momentanée et relative qu'on lui attribue. Hier encore les maladies infectieuses étaient dominées par la lutte pour l'existence entre les cellules de l'organisme envahi et les germes vivants. Aujourd'hui déjà la doctrine humorale reprend faveur et la maladie, comme la guérison, relèvent des réactions chimiques.

Ce n'est pas seulement sur le terrain des maladies infectieuses que M. le Professeur Bouchard a édifié la pathologie actuelle; dans ses recherches sur les maladies par perversion de la nutrition et par auto-intoxications, il a orienté l'étude des causes pathologiques vers la chimie biologique et l'histochimie, sciences dont on n'aperçoit pour l'instant que les premières lueurs, mais qui sont sûrement destinées à porter la plus vive lumière dans l'étude de la pathogénie.

[1] Remarquons, toutefois, que, même du vivant de Chauffard, l'influence de ses doctrines ne s'exerça pas sur tous les esprits; fortement atteintes par le courant *scientifique* créé par Magendie, les doctrines de Chauffard ont été définitivement détruites et bannies de la science par notre illustre philosophe expérimental Claude Bernard.

(*Note de la Direction.*)

II

Présenter en quelques pages la pathogénie générale de l'embryon et la tératogénie, c'est là certes une tâche fort ardue. Ce sujet, difficile à comprendre, à cause de l'obscurité profonde qui règne encore sur cette science, est devenu, sous la plume de M. le Professeur Duval, d'une clarté et d'une précision surprenantes. Ce n'est pas trop dire que d'affirmer qu'il fallait tout le talent d'exposition de M. Duval pour rendre la tératogénie d'une lecture attrayante.

Mais ce n'est pas seulement par la simplicité dans la forme que se distingue ce travail; c'est également par l'exposé critique des faits ainsi que par l'apport des recherches personnelles.

Le tératogénie est présentée sous un jour nouveau : dès l'abord, M. Duval, se plaçant sur le terrain de la pathogénie, s'efforce de démontrer comment, chez l'embryon, les causes morbides, frappant des organes non pas en fonctions, mais en voie de formation, déterminent des troubles de développement, des malformations et des anomalies d'organisation. Il s'élève contre les théories qui supposent des organes déjà constitués normalement et dont la maladie vient altérer les formes et la constitution histologique; pour lui, ce développement anormal détermine la maladie même, puisque l'embryon ne traduit sa vie et ses fonctions que par des actes de développement. Les monstruosités sont d'autant plus considérables que leurs causes agissent à une époque plus primitive et sur des phénomènes plus essentiels. Après avoir démontré pourquoi les expériences de Geoffroy-Saint-Hilaire n'eurent pas de résultat, M. Duval insiste sur l'importance des faits révélés par les recherches de M. Dareste. On sait que ce savant a produit des monstres, en soumettant l'œuf de la poule à des températures un peu supérieures ou un peu inférieures au degré fixe indispensable au développement normal, ou bien en troublant la respiration de l'embryon, en obturant les pores de la coquille sur une étendue variable à l'aide du vernissage. Enfin, il a fait incuber des œufs dans des conditions anormales de position et de mouvement (agitation et vibrations transmises). D'autres recherches, qu'on doit à M. Féré, portent principalement sur les effets de l'intoxication, les œufs ayant été soumis à l'influence de l'éther, de la morphine, de l'absinthe, de certaines toxines.

Les résultats observés autorisent quelques rapprochements avec les faits révélés par la clinique. M. Duval nous montre l'influence de la lumière sur certaines régions de l'œuf. Quant à l'action des traumatismes, elle est surtout intéressante par ce fait que Fol a pu réaliser une monstruosité déter-

minée d'avance. — L'espace nous fait défaut pour suivre M. Duval dans son exposé substantiel de la pathogénie générale de l'embyron, et d'ailleurs l'analyse ferait disparaître la clarté et la netteté élégante qui sont la caractéristique de l'enseignement du professeur d'histologie de la Faculté de Médecine de Paris. Rappelons cependant qu'après une discussion serrée des faits, M. Duval adopte la conclusion formulée par Paul Bert : « En fait de monstres, il n'y a point de genres ni d'espèces, il n'y a que des individus ».

III

M. Roger, dont le titre modeste de secrétaire de la rédaction implique une somme de travail considérable, a rédigé plus de la moitié de l'ouvrage. Ses premiers chapitres sont consacrés à des sujets philosophiques et littéraires afférents à l'art médical. En les parcourant, on est bientôt séduit par son style où la finesse de l'expression est le reflet de l'esprit critique.

Après les définitions d'usage sur la vie, la force vitale, la matière vivante, M. Roger arrive aux conceptions de M. Bouchard, qui considère la maladie comme « l'ensemble des actes fonctionnels et secondairement des lésions anatomiques qui se produisent dans l'économie, subissant à la fois les causes morbifiques et réagissant contre elle ». La diathèse doit être définie « un trouble permanent des mutations nutritives qui prépare, provoque, et entretient des maladies différentes comme forme symptomatique, comme siège anatomique, comme processus pathogénique »; elle dépend du tempérament, qui est la caractéristique dynamique de l'organisme, résultant de tout ce qui concerne les variations individuelles des activités nutritives.

M. Roger s'étend avec raison sur la pathologie expérimentale, devenue le complément indispensable de la clinique, puisque les progrès de la bactériologie ont fourni le moyen de faire naître à volonté chez les animaux un grand nombre d'infections. Mais il met l'expérimentateur en garde contre la tendance qu'il peut avoir d'appliquer à l'homme les résultats obtenus chez les animaux, et, lorsqu'il s'agit d'un médicament nouveau, il conseille au médecin de l'essayer d'abord sur lui-même avant de le prescrire à des contemporains.

Les causes de la mutabilité des types cliniques sont une des parties les plus intéressantes du travail de M. Roger. Il démontre comment la civilisation intervient pour modifier la pathologie, et le rôle important du commerce par la navigation pour transporter et acclimater les agents pathogènes des différents pays. A ces transactions correspondent des échanges de matières toxiques et virulentes. D'autre part la grande activité intellectuelle, et surtout les préoccupations qui lui sont afférentes, jouent un rôle important dans le développement des névropathies et de la dégénérescence.

L'étude des intoxications est traitée avec ampleur, et M. Roger y révèle son talent d'expérimentateur et ses qualités d'exposition. Il se meut à l'aise dans une science à laquelle il a consacré de nombreuses années de travail, et où ses travaux personnels ont apporté un fort contingent de faits nouveaux.

Il s'efforce, dès le début, de préciser par une définition le sens du terme *intoxication*. La complexité d'un phénomène biologique, qui englobe tant de faits dissemblables, rend presque impossible l'expression concise d'un énoncé exact. D'après lui, une substance est toxique quand elle est capable de troubler la vie des éléments anatomiques en modifiant, directement ou indirectement, le milieu qui les contient. Cette définition est certes très large, mais elle n'implique pas suffisamment la nocivité qui s'attache au poison. Il est vrai que la toxicité dépend souvent moins de la nature de la substance que du pouvoir d'élimination de l'organisme, d'où résulte qu'un même élément devient tour à tour, sans changer de composition, bienfaisant ou nuisible.

Le corps des animaux est un véritable laboratoire de poisons; envisagée sous ce jour, la vie consiste à fabriquer des toxines et à les éliminer. La source de ces dernières est multiple : la vie cellulaire déverse dans l'organisme les sécrétions et les déchets résultant de la désassimilation. D'autre part, les différentes phases par lesquelles passent les aliments pour être assimilés, les amènent à des états constitutifs transitoires, dont l'utilisation dans ces états est nuisible; une grande part dans ces élaborations revient aux microbes, habitant normalement le tube digestif. Leurs associations, leur virulence, exaltée le plus souvent par l'arrivée de nouveaux venus ou simplement par des modifications fonctionnelles passagères dans leur habitat naturel, deviennent une source infinie de variantes dans la gamme de l'intoxication. Il faut ajouter les matières toxiques introduites dans l'organisme, les seuls poisons connus autrefois.

M. Roger décrit avec soin les poisons alimentaires, habituels et accidentels. Il étudie successivement le rôle de l'eau, du vin, de l'alcool, des végétaux avariés, de la viande des animaux malades ou surmenés. Il insiste à juste titre sur la toxicité de la chair de poisson. C'est là un fait que nous avons vérifié nous-même dans des recherches inédites. Étudiant la toxicité urinaire, par injection de l'urine dans le système veineux du lapin, suivant la méthode de M. Bouchard, nous

avons constaté que, de tous les aliments, le poisson est celui qui rend l'urine toxique au plus haut degré. Il nous a paru vraisemblable qu'il s'agit de ptomaïnes, et nous pensons que le poisson, absorbé immédiatement après sa mort, ne donnerait pas un coefficient urotoxique aussi élevé que celui que nous avons trouvé.

C'est qu'en effet les poisons putrides apportent un contingent important à la pathologie : les uns sont absorbés, déjà formés dans la chair des animaux qui servent à notre alimentation; mais le plus grand nombre est élaboré dans l'organisme même et résulte de notre chimie intérieure, dans laquelle les fermentations revendiquent une large part.

Sous le titre de poisons journaliers non alimentaires, M. Roger passe en revue l'action nuisible de l'air confiné, de l'acide carbonique qui se dégage des appareils de chauffage à combustion lente, de la respiration des malades, puis celles qui relèvent d'habitudes individuelles comme l'usage de tabac, morphine, opium, cocaïne, éther, et les intoxications professionnelles produites par le plomb, le cuivre, le phosphore, le mercure, l'arsenic, pour ne parler que des plus fréquentes.

Les *auto-intoxications à l'état normal* constituent un chapitre où se trouvent, exposées avec beaucoup de méthode et de clarté, les leçons de M. Bouchard publiées en 1887. Partant de cette loi, établie par Claude Bernard, que toute manifestation vitale est nécessairement liée à une destruction organique, M. Roger nous fait parcourir les conséquences multiples de ce phénomène d'ordre général : production des leucomaïnes, poisons urinaires, toxicité des sécrétions, etc. Dans cette étude de l'analyse chimique appliquée à la pathologie, l'auteur nous présente le bilan des connaissances actuelles; ce bilan est peu fourni et une grande obscurité règne encore sur ce terrain. Cependant les clartés que la Chimie projette déjà sur la pathologie nous font entrevoir que c'est dans cette direction que l'étude des maladies doit désormais s'engager.

IV

En lisant l'article de M. le Professeur d'Arsonval sur l'*énergie électrique et la matière vivante*, on trouve exposés des faits si intéressants et des vues si personnelles, que l'on regrette que cette partie ne soit pas plus développée.

Après avoir établi que la matière est le support de l'énergie, mais qu'elle en reste distincte, M. d'Arsonval montre qu'à l'énergie mécanique thermique il faut ajouter l'énergie électrique, qui renferme toutes les formes anciennement connues de l'énergie. De plus, toutes les formes de l'énergie peuvent se transformer en électricité. Il considère l'être vivant comme un transformateur d'énergie ayant un *modus faciendi* qui lui est propre. L'électricité possède le pouvoir de mettre en jeu toutes les propriétés vitales de la matière organique. Elle peut traverser le corps sous forme de courant permanent ou de courant variable. Variable, le courant détermine une excitation violente des nerfs et des muscles; s'il est permanent et modéré, tout reste au repos; s'il est fort, l'action électrolytique se produit. L'ampèremètre permet de doser son intensité. L'état permanent à basse tension s'obtient par la voltaïsation produite par la pile; les hautes tensions constituent la franklinisation et sont produites par la machine statique. Après avoir formulé la loi suivant laquelle l'intensité de la réaction motrice ou sensitive est proportionnelle à la variation du potentiel au point excité, M. d'Arsonval introduit cette notion nouvelle en Médecine : qu'une excitation électrique donne des résultats toujours les mêmes quand sa forme est la même, que cette excitation provienne d'une source électrique quelconque, machine statique, pile, bobine d'induction, etc. Ainsi disparaît cette idée erronée que les effets physiologiques diffèrent suivant la source employée.

L'excitation produite par deux courants identiques, mais de sens inverse, se succédant sans interruption à travers les tissus, ne détermine aucune destruction organique par électrolyse. C'est ainsi que M. d'Arsonval a été amené à introduire en Électrothérapie l'usage des courants alternatifs sinusoïdaux pour l'état variable, courants dont les propriétés sont fort précieuses, puisque, à basse fréquence et à bas potentiel, leur passage à travers l'organisme n'est pas senti, tandis qu'il augmente considérablement les échanges nutritifs; d'autre part, à fréquence et à potentiel moyens, il fait contracter violemment tous les muscles tant à fibres lisses qu'à fibres striées, et cela sans douleur. En augmentant le potentiel, on a des courants qui semblent donner la mort; mais celle-ci n'est qu'apparente, étant due à une simple inhibition de la respiration. Et, en effet, les Américains ont pu ramener à la vie plusieurs de leurs criminels électrocutés. Enfin, à fréquence et à potentiel très élevés, les courants alternatifs sinusoïdaux donnent naissance à des phénomènes bien inattendus et qui paraissent devoir être mis à profit par la thérapeutique. Ces faits, qui ont été complètement exposés dans cette *Revue* [1], n'ont pas encore donné des résultats applicables à la clinique; mais ils nous permettent d'entrevoir la portée qu'ils peuvent peut-être un jour acquérir dans le traite-

[1] Voyez à ce sujet. L. Olivier : Les propriétés physiques et physiologiques des courants électriques alternatifs, dans la *Revue* du 15 mai 1894, t. V, pages 313 à 324.

ment des maladies infectieuses, puisque MM. d'Arsonval et Charrin, ayant injecté dans les tissus d'un animal vivant des bacilles pyocianiques, ont obtenu une atténuation sur place.

V

M. Marfan, abordant « *la fatigue et le surmenage* », nous amène sur un terrain d'actualité. Si le terme de surmenage n'est pas nouveau, on lui a certes donné une extension qu'il n'avait pas eue jusqu'alors. Les médecins d'abord, puis les psychologues, qui constituent la catégorie des romanciers, ont jeté dans le public cette idée que la vie moderne, par les efforts constants qu'elle nécessite, joints aux excitations répétées des agréments de l'existence, amène les faibles au surmenage et peut créer de toutes pièces la prédisposition qui s'accuse dans la descendance..

Cl. Bernard a fixé le premier anneau de cette chaîne pathologique en démontrant que toute manifestation vitale est liée à une destruction de matière vivante. L'accumulation des déchets amène la fatigue; si les conditions qui réalisent celle-ci sont poussées à un degré plus élevé, le surmenage passager apparaît; que la cause persiste, et l'état de surmenage se trouve constitué. Suivant l'organe soumis au travail, le surmenage prédominera sur tel ou tel appareil; mais son influence se diffuse dans tout l'organisme, car il s'agit d'un poison qui, pour s'éliminer, emprunte la voie du milieu intérieur.

Peter, dans sa lutte entêtée contre les doctrines pastoriennes, avait invoqué un fait d'observation que les recherches expérimentales ont confirmé : c'est qu'à côté de la fièvre typhoïde, maladie spécifique, il existe toute une gamme d'états typhoïdes résultant de l'auto-typhisation, dans la pathogénie desquels le surmenage revendique la première place [1]. Cependant le problème n'est pas encore complètement élucidé : car, si la fatigue et le surmenage font naître dans l'organisme des poisons cellulaires, il convient de ne pas négliger l'apport des toxines bactériennes résultant de la virulence que peuvent acquérir, grâce à cette dystrophie, les habitants qui constituent la flore microbienne intestinale à l'état physiologique. Ce sont là des faits que le Dr Marfan n'a pas peu contribué à répandre: car, depuis plusieurs années, dans des publications diverses, il est revenu sur ce sujet. Les expériences sur lesquelles il appuie ses démonstrations sont empruntées aux leçons de M. Bouchard sur les auto-intoxications, qui, par ses recherches sur les poisons de l'organisme et sur la toxicité urinaire en rapport avec le surmenage, a le premier posé nettement la question.

Dans les quelques pages que M. Marfan consacre aux causes et aux effets du surmenage mental, se trouvent habilement amalgamés une foule de faits d'apparence disparate, mais dont la réunion apporte quelque lumière à un sujet resté jusqu'ici plein d'obscurité.

VI

Aborder l'étude de la prédisposition et de l'immunité, c'est là un terrain ardu, hérissé de difficultés, d'incertitudes, d'obscurités même. Les quelques pathologistes qui se sont aventurés dans cette voie ont été arrêtés par les objections qui surgissent de toutes parts. M. Bourcy s'est tenu habilement à l'abri des critiques dans ce périlleux sujet. Il a exposé avec clarté et méthode les faits apportés par la tradition, qu'il a reliée d'une façon fort intéressante aux recherches contemporaines. Cependant M. Bourcy ne s'est pas contenté d'enregistrer le bilan actuel de nos connaissances : on rencontre dans chacun de ses chapitres des discussions très judicieuses et, à défaut de conclusions, une mise au point parfaite des questions ainsi soulevées.

Dans l'étude de la prédisposition M. Bourcy passe en revue l'influence de l'âge, du sexe, de la race, de la constitution, du tempérament, des professions, du climat et des maladies antérieures. Le rôle de la prédisposition est si important pendant la période de croissance, que la pathologie infantile présente des maladies et des modalités morbides uniquement attribuables à la nature du terrain en voie d'accroissement.

L'athrepsie, le rachitisme, les ostéomyélites, la chorée, la chlorose, etc., sont des affections liées à l'évolution. L'influence du sexe n'est pas moins intéressante à constater : la menstruation, la grossesse, la lactation, la ménopause, créent des conditions physiques et morales en rapport avec les fonctions. La prédisposition dépendant des races était connue dès la plus haute antiquité. La race nègre présente une pathologie spéciale dépendant de causes multiples : la race, le milieu, le climat, s'associent pour réaliser des conditions morbides particulières. Dans la race blanche les Anglo-Saxons ont des aptitudes spéciales pour la goutte et surtout pour la scarlatine, particulièrement grave pour les Anglais, même lorsque cette maladie est contractée à l'étranger. En France, dans les provinces qui ont été longtemps soumises à la domination anglaise et où la race anglo-saxonne a marqué son empreinte, la scarlatine est

[1] C'était là, contre les doctrines pastoriennes, un pitoyable argument. Pasteur n'avait-il pas établi — notamment par la célèbre expérience du refroidissement des poules — que la maladie microbienne est fonction de ces deux variables indépendantes : l'état du microbe et l'état de l'organisme? C'est à Pasteur que l'on doit la notion *scientifique* de l'*état de réceptivité*. (*Note de la Direction.*)

plus fréquente que dans les autres régions. En ce qui concerne la race juive, M. Bouchard considère que les prédispositions spéciales qu'on lui a attribuées, relèvent moins de la race que de l'existence de citadins que les Juifs mènent depuis des siècles et que les mariages entre eux transmettent et concentrent. Cependant M. Zambacco cite un exemple qui révèle un véritable attribut de race. A Constantinople, les Juifs d'origine sémitique sont fréquemment atteints par la lèpre, tandis que les Juifs karaïtes restent toujours indemnes; or M. Lagneau a établi que ceux-ci n'ont adopté le judaïsme que vers le milieu du VIIIe siècle.

Si les documents de valeur sur la prédisposition sont rares, il n'en est pas de même de l'*immunité*.

C'est là une question déjà traitée par plusieurs savants dans la *Revue générale des Sciences*. M. Bouchard en a fait un exposé magistral au Congrès de Médecine de Berlin et, depuis lors, la sérothérapie est devenue une méthode d'une valeur désormais incontestable.

VII

Le rôle de l'*hérédité* dans la pathologie générale est un sujet vaste, prêtant aux considérations philosophiques et pour lequel les siècles passés ont apporté une ample moisson de documents. C'était une tâche difficile que de discerner, parmi tant de matériaux, ceux qui présentent un intérêt réel. Grâce à M. Legendre, cette question est devenue claire, précise et d'une lecture des plus agréables. Le style élégant et la forme très littéraire, qui font considérer M. Legendre comme un des plus brillants écrivains médicaux de notre époque, ne contribuent pas peu à faire valoir cette partie de l'ouvrage.

Suivant cet auteur, l'hérédité est la transmission à l'être procréé des caractères, attributs et propriétés des générateurs. Le secret de l'hérédité réside dans la généalogie ininterrompue des différentes parties de la cellule. Parmi celles-ci M. Bouchard considère qu'au protoplasma est dévolu un rôle capital : car, si la matière qui le constitue se renouvelle, par contre sa composition chimique est stable et héréditaire ; or c'est d'elle que relève le type nutritif.

Cet héritage ancestral d'un nouvel être se modifie par les différentes influences de milieux : alimentation, climat, mode d'existence, etc., et par les intoxications, Charrin ayant déterminé l'infantilisme expérimental à l'aide de produits solubles pyocyaniques. L'action de l'alcool dans le cas du virus syphilitique constitue une expérience réalisée journellement par la clinique. Dans la goutte et les affections dites arthritiques, le rôle du ralentissement de la nutrition transmis par les ascendants est aujourd'hui un fait démontré.

Recherchant le rôle de l'hérédité dans les dystrophies élémentaires, M. Legendre envisage son action dans la chlorose, l'hémophilie, le purpura, l'artério-sclérose, le rachitisme, etc. L'hérédité du cancer est discutée à l'aide d'arguments ingénieux ; après avoir cité des exemples qui démontrent l'alternance entre les grossesses gémellaires et le cancer, il signale la considération suivante : le cancéreux peut engendrer des enfants qui portent déjà leur cancer, tandis que les enfants des tuberculeux naissent avec la prédisposition à contracter la tuberculose.

Pour établir l'hérédité dans les maladies du système nerveux, l'auteur a puisé dans l'abondante bibliographie réunie dans la thèse d'agrégation de M. Dejerine. Le côté philosophique et social est bien mis en relief dans les pages consacrées à l'hérédité de la tendance au vol, des passions, du jeu, de l'avarice, du libertinage, du suicide, etc. Indiquant les stigmates physiques et psychiques de la dégénérescence, M. Legendre nous conduit rapidement à travers ses étapes, depuis l'idiot complet jusqu'à l'imbécile, au débile et au dégénéré supérieur, dont certains écrivains modernes nous ont montré la présence prédominante dans les classes sociales qui s'intitulent dirigeantes.

Si la dégénérescence est fâcheuse pour l'individu, elle est, par contre, bienfaisante pour l'espèce. Car les dégénérés sont frappés avec prédilection par les agents pathogènes, qui empêchent ainsi l'extension indéfinie de nouveaux types pathologiques. Les descendants des individus trop tarés sont inféconds ou meurent jeunes. La loi d'hérédité morbide est donc défensive au point de vue social. Mais le médecin, n'étant pas appelé à envisager des faits d'une si haute portée, est, au contraire, convié à lutter contre les effets désastreux de l'hérédité sur l'individu. M. Legendre montre, par un exemple probant, que le clinicien peut agir activement contre les tares héréditaires au point d'annuler leurs funestes effets. En profond moraliste, il considère l'hérédité comme la solidarité entre les générations successives : « Elle pourrait être, dit-il, le plus puissant facteur du progrès humain, si chacun était convaincu que les actes de sa vie doivent retentir sur sa descendance. » Cette notion n'est certes point d'acquisition récente, et, pour le prouver, M. Legendre a fort spirituellement choisi comme épigraphe ce passage de l'Écriture, emprunté à un prophète qui s'est acquis une certaine réputation par ses prédictions lamentables :

> Les pères ont mangé des raisins verts,
> Et les dents des enfants en ont été agacées.

Dr **Maurice Springer**,
Chef de laboratoire
à la Clinique médicale de la Charité.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LE RETOUR DU COURANT DANS LES LIGNES DE TRAMWAYS ÉLECTRIQUES ET LA SOUDURE DES RAILS — EXEMPLES DE TRANSPORT D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A GRANDE DISTANCE.

Un grand nombre de systèmes de tramways électriques ont déjà été mis en exploitation : systèmes à accumulateurs, à conducteur souterrain, à conducteur aérien. Ce sont ces derniers que nous prendrons constamment comme exemple, bien que ce que nous allons dire puisse, en général, s'appliquer aux tramways à conducteur souterrain. Les tramways à conducteur aérien sont d'ailleurs de beaucoup les plus répandus. Un fil est suspendu en l'air au-dessus et tout du long de la voie. C'est lui qui amène le courant. Celui-ci, par l'intermédiaire du *trolley*, petite poulie qui est portée par la voiture et qui roule au contact du fil, se rend dans les moteurs des essieux et les actionne. Il s'agit maintenant de lui permettre de retourner à la dynamo. On a parfois adopté dans ce but un second trolley et un second fil parallèle au premier, à Cincinnati (États-Unis), par exemple. Cette solution, parfaite au point de vue électrique, a le grave inconvénient de doubler le réseau de fils aériens. Aussi l'usage ne s'en est-il pas répandu. En général, on se sert tout simplement, comme circuit de retour, des roues de la voiture et des rails. Mais cette question n'est pas aussi simple que ne le croyaient, au premier abord, les ingénieurs électriciens. Les rails sont formés de petits bouts de quelques mètres, 8 ou 10 par exemple, réunis par des éclisses et des boulons. Ces points de jonction offrent une grande résistance au passage de l'électricité. On avait bien compté sur la terre pour aider le courant à aller d'un tronçon de rail au suivant. Mais la terre, en dépit de l'excellente réputation qu'on lui fait à ce sujet, est très mauvaise conductrice. Pour diminuer la résistance du joint, on a placé un fil de cuivre, dont les extrémités étaient serrées par les têtes des boulons des éclisses. C'est le système employé par les Compagnies américaines de Chemins de fer. Il suffit parfaitement pour l'envoi de leurs signaux électriques, qui n'utilisent que de faibles courants. Mais il est insuffisant pour les forts courants que nécessitent les tramways. Et l'on s'en aperçut bientôt. Les conduites d'eau et de gaz, ainsi que les câbles téléphoniques sous plomb passant aux environs des voies, présentèrent, au bout de très peu de mois, un nombre de fuites ou de défauts tout à fait anormal. Et, quand on les eut mis au jour, on constata qu'en beaucoup d'endroits ils étaient complètement rongés, comme par l'action d'un acide. Evidemment, c'était l'électricité qui était la coupable. Le courant, trouvant trop de résistance à chaque joint, se répandait à travers le sol, trouvait les tuyaux métalliques qui lui offraient une voie facile, et les suivait aussi longtemps que possible pour retourner ensuite à la dynamo. Par électrolyse, il mettait en liberté, au voisinage des tuyaux, les acides de certains sels contenus dans le sol. Les Compagnies du Gaz, des Eaux et des Téléphones firent entendre des réclamations vives et fondées. Il fallut chercher à faire disparaître le mal. On s'efforça tout d'abord de trouver des combinaisons capables de diminuer l'attaque des tuyaux métalliques. Mais ce ne pouvait être là qu'une demi-mesure. Le véritable remède était de former avec les rails un circuit continu aussi peu résistant que possible. On a augmenté, dans ce but le diamètre et le nombre des fils de cuivre connectant les tronçons de rail, et on a cherché à obtenir une surface de contact aussi grande que possible entre ceux-ci et le cuivre, tout en conservant une facilité de pose suffisante. Nous ne nous étendrons pas aujourd'hui sur les systèmes qui dérivent de ces idées, et ils sont nombreux ; nous aborderons immédiatement l'étude d'une méthode toute différente et beaucoup plus radicale. Les jonctions des tronçons de rail étaient les points défectueux et d'où venait tout le mal. Un excellent parti était de les supprimer en les soudant. Il y eut toutefois une grande hésitation avant que les ingénieurs s'y résolussent. Dans la méthode ordinaire de pose des rails, on sait que, entre un tronçon et le suivant, on laisse un petit vide qui permet au métal de se dilater librement pendant les chaleurs. Si le vide n'est pas suffisant, les deux extrémités peuvent venir au contact, et, la chaleur augmentant encore, le rail est exposé à se soulever et à se tordre. Que se passerait-il, si un rail était continu dans toute sa longueur ? Admettons un rail de 10 kilomètres de long, une augmentation de température de 10° et un coefficient de dilatation linéaire de 0,000011, ce qui est à peu près exact. D'après ces conditions, l'allongement, d'après la formule bien connue [1], sera en mètres :

$$dl = 10.000 \times 0,000011 \times 10 = 1^{m},10.$$

Il était impossible, on le comprend, de songer à laisser prendre au rail un tel allongement. Ses boulons d'attache et les nombreuses courbes qu'en général il fait, ne le permettraient pas. La dilatation ne pouvant se produire, le métal développerait, contre tous les obstacles qui l'empêcheraient, une résistance considérable, mais dont on n'avait et dont on ne pouvait avoir qu'une idée approximative. Et si ces obstacles n'étaient pas suffisants, ne se produirait-il pas un jour de grande chaleur les plus graves accidents ? les rails se soulèveraient et se briseraient, les pavés, tout du long de la voie, seraient enlevés et projetés, les voitures en circulation seraient renversées. Tout cela n'était pas certain, mais était parfaitement possible. Devant une telle perspective, on avait le droit d'hésiter ; et chacun, désireux de connaître le résultat de l'expérience, comptait sur son voisin pour l'exécuter. Ce sont les ingénieurs américains, avec leur audace ordinaire, qui se sont les premiers résolus à tenter l'aventure. Un certain nombre de Compagnies com-

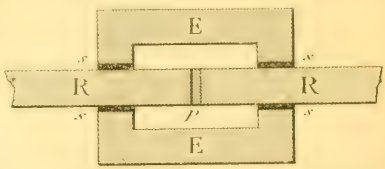


Fig. 1. — *Schéma montrant la disposition adoptée dans les premières soudures électriques.* — R, R, coupe horizontale de deux extrémités de rail ; E, E, éclisses particulières adoptées pour la soudure ; *p*, petite plaque d'acier entrée à force entre les deux rails ; *s*, *s*, *s*, *s*, soudure.

mencèrent d'abord par juxtaposer les tronçons du rail, sans autre souci de l'allongement produit par la chaleur que de construire la voie aussi solidement que possible. Il ne parut résulter de cette pratique aucun inconvénient. La *Johnson Company* de Johnstown (Pen-

[1] *dl*, allongement ; α, coef. de dilatation ; *t*, température.

sylvanie) alla plus loin et entreprit de souder les rails. Elle fit une première expérience pratique sur un tronçon de ligne de la *West End Street Railway Company* de Boston, Massachusetts [1]. Voici comment elle opérait (fig. 1) : les éclisses étaient enlevées et les extrémités des rails RR soigneusement nettoyées au moyen d'une petite meule en émeri portée au bout d'un arbre flexible. Un coin d'acier *p* était entré à force entre les deux tronçons de rail, et, de chaque côté, étaient alors placées des éclisses EE d'une forme particulière. La soudure se faisait en deux fois, chaque bout de rail étant séparément soudé électriquement aux éclisses. Celles-ci, pendant l'opération, étaient maintenues en place et serrées par les mâchoires d'un fort étau servant en même temps à amener un courant de faible voltage mais de très forte intensité, qui portait en quelques minutes au rouge blanc les surfaces métalliques en contact où lui était offerte une résistance relativement grande. La pression exercée suffit alors pour former la soudure. Le premier essai ne fut pas très heureux. Un grand nombre de joints se brisèrent bientôt, non pas à l'endroit même du joint, mais à quelques centimètres à côté. Les ingénieurs de la *Johnson Company* ne se découragèrent pas. Ils ne voulurent voir, comme cause de leur insuccès, qu'un mauvais procédé de travail et se mirent à chercher des perfectionnements à leur méthode. Un second essai fut fait sur le *Baden and Saint-Louis Railway* de Saint-Louis, Mississipi.

La voie, qui présente de nombreuses courbes, fut complètement posée et les rails soigneusement mis en place avant de commencer les soudures. C'est, qu'en effet, si on les avait faites au fur et à mesure de la construction de la voie, les rails auraient été insuffisamment assujettis, la voiture contenant les appareils de soudure les aurait dérangés, et le joint aurait eu une position défectueuse. Si un bout de rail, par exemple, avait basculé sous l'action du poids de la voiture, l'une des extrémités se serait relevée, et le joint, outre que par son défaut d'horizontalité il aurait rendu la voie mauvaise, se serait trouvé exposé à des efforts trop considérables qui l'auraient brisé en peu de temps.

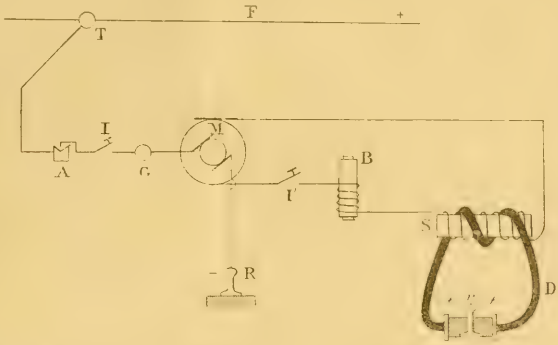
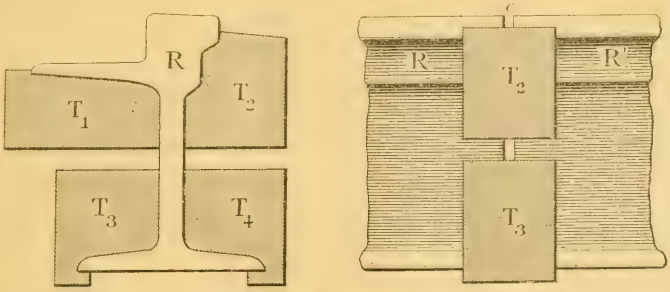


Fig. 2. — *Montage des appareils pour la soudure électrique du rail.* — F, fil de trolley; T, trolley; A, interrupteur automatique; I, I', interrupteurs; G, ampèremètre; M, moteur transformateur produisant le courant alternatif; B, bobine de self-induction à noyau mobile servant de rhéostat; S, transformateur; D, circuit à gros fil de transformateur; *r*, rail à souder maintenu entre deux tasseaux *t*, *t'*; R, rail servant pour le retour du courant extérieur.

Dans une voiture possédant en même temps les appareils moteurs des voitures ordinaires, étaient contenus les appareils nécessaires à la soudure. La figure 2 donne le schéma de leur montage. Le courant continu, pris sur le fil F, passe, par l'intermédiaire du trolley T, d'un interrupteur automatique A, d'un interrupteur ordinaire I et d'un ampèremètre G, dans un transformateur-moteur M, et de là retourne à la machine génératrice par le circuit des rails R. Le moteur M fournit un courant alternatif à basse tension, alimentant le circuit à fil fin d'un transformateur ordinaire S qui abaisse la tension aux bornes du gros fil D à 2 ou 3 volts. Un interrupteur I' permet de supprimer le courant, et une bobine de self-induction à noyau mobile, de le régler. La voiture qui porte ces appareils pèse en tout 30 tonnes. Elle est précédée par une autre qui porte des arbres flexibles et de petites roues à l'émeri et prépare l'opération en polissant les extrémités des rails sur une largeur de 5 centimètres de chaque côté. Ensuite vient la « voiture-soudeuse ». Elle passe tout entière sur le joint et le soude de l'arrière. Ce mode d'opérer lui permet de continuer son travail sans avoir à passer sur un joint nouvellement fait et encore chaud. Les extrémités des rails à souder sont rapprochées autant qu'il est possible en enfonçant un coin dans le joint suivant. La soudure se fait en deux fois, au moyen de quatre petits tasseaux d'acier T_1 T_2 T_3 T_4 (fig. 3). T_2 et T_4, serrés par les mâchoires d'un étau, sont d'abord soudés; puis T_1 et T_3. Quelques *tours de main* sont nécessaires pour mener à bien ces deux opérations successives, dont la seconde, par l'échauffement qu'elle produit, pourrait nuire aux résultats de la première. Quand le



Coupe du rail à l'endroit du joint. Rail vu de côté à l'endroit du joint.

Fig. 3. — *Détails des dispositions employées pour la soudure électrique des rails.* — R, R', extrémités des deux tronçons de rail; T_1, T_2, T_3, T_4, tasseaux d'acier qui formeront après la soudure de jonction des deux bouts de rail; *c*, partie supérieure du joint; un bourrelet s'y forme pendant la soudure, bourrelet que l'on fait ensuite disparaître à coups de marteau-pilon.

[1] P. Dawson. *Electric traction* (série d'articles parus dans *Engineering*).

joint est terminé, un marteau-pilon, porté par la voiture, en bat la partie supérieure *c* (fig. 3) afin d'aplatir le bourrelet qui s'est formé. Pour préparer un joint et l'exécuter, il faut de 12 à 15 minutes; la soudure proprement dite n'en demandant qu'une ou deux. Son prix de revient est de 15 à 18 francs. Le courant continu, pris sur la ligne du trolley à la tension de 500 volts, est de 250 ampères. Il est transformé en courant alternatif, et la tension est ensuite abaissée à 2 ou 3 volts, ce qui correspond, avec les pertes, à une intensité probable de 40.000 à 50.000 ampères.

La soudure électrique a également été adoptée par *The Nassau Electric Railway Company* de Brooklyn, New-York. Le système employé est, à peu de choses près, celui que nous venons de décrire. Il n'y a que quelques différences de détails. Les appareils sont portés par deux voitures; le moteur-générateur se trouve dans la première, le transformateur dans la seconde. Les tasseaux, un peu plus larges que dans le cas précédent, sont maintenus hydrauliquement au lieu de l'être par un étau. Enfin, le rail, aux environs du joint, est recouvert d'une composition ignifuge, dans le but d'éviter les déperditions de chaleur pendant l'opération.

A côté du procédé électrique de soudure des rails, en a surgi un autre, employé par *The Falk Manufacturing Company*, de Milwaukee, qui paraît être plus simple et probablement moins coûteux. Le système consiste à couler autour du joint un bloc de fonte. L'appareillage se compose d'une petite fonderie roulante comprenant un cubilot, une chaudière, une machine à vapeur et un ventilateur. Les extrémités à réunir sont parfaitement nettoyées; puis, de chaque côté, on place un moule en fonte, garni intérieurement d'une composition particulière et préalablement chauffé au rouge. Le fond est formé d'une couche de sable, et les remplissages latéraux sont faits au moyen d'argile. On coule la fonte, on attend une dizaine de minutes que le tout soit suffisamment refroidi, et on enlève le moule. Une équipe de six à huit hommes, disposant d'un seul cubilot peut faire plus de cent soudures par jour. Chacune d'elles revient à environ 15 francs.

Quel est l'avenir réservé à ces diverses méthodes? Il est encore trop tôt pour se prononcer. 12 à 13 kilomètres de rails ont été soudées à Saint-Louis, et 100 environ à Brooklyn, dans le courant de l'année dernière. Jusqu'ici toutes ces voies paraissent s'être bien comportées. Mais elles n'ont pas encore subi l'épreuve d'un assez long temps pour que l'on puisse escompter le résultat qu'elles ont donné, si encourageant qu'il soit. La soudure est, certes, une solution parfaite au point de vue électrique. Les circonstances permettront-elles qu'elle soit universellement acceptée? Un doute semble subsister dans l'esprit des ingénieurs. M. P. Dawson, après son retour d'Amérique, où il avait soigneusement étudié la traction électrique, disait, en Octobre 1894, au Comité de l'Association des anciens élèves de l'Institut Electro-technique Montefiore : « En renouvelant les pavés, il faut avoir soin de ne pas découvrir une trop grande section à la fois, sinon les rails s'élèveraient et iraient peut-être se projeter dans le second étage des maisons. » Voilà certes une perspective qui invite à la réflexion et à la prudence.

L'un des motifs qui pourraient faire rejeter une transmission d'énergie à longue distance serait le rendement dérisoire de l'installation. Mais la perte en ligne diminue, toutes choses égales d'ailleurs, au fur et à mesure que la tension augmente. Par conséquent, pour une distance donnée, il y a un certain voltage qui permet de faire la transmission dans des conditions économiques acceptables. Lors de l'établissement des premiers réseaux à haute tension, on ne dépassait pas 2 à 3.000 volts; puis quelques audacieux se sont aventurés jusqu'à 4 ou 5.000. Et, l'expérience ayant réussi, on est allé jusqu'à 10.000. Nous citerons deux exemples d'emploi de cette dernière tension.

Le premier nous est fourni par une communication de M. G.-H. Winslow, au 12e Congrès de *The American Institute of Electrical Engineers* (Juin 1895). L'auteur a dirigé, vers la fin de 1892, la construction d'une usine hydraulique utilisant les chutes de la montagne San Antonio. Cette usine alimente deux sous-stations situées l'une à Pomona, à une distance de 13 miles 3/4, et l'autre à San Bernardino (Californie), à une distance de 28 miles 3/4; 13 miles 3/4 et 28 miles 3/4 valent respectivement de 22 à 25 kilomètres, et de 46 à 52 kilomètres selon le genre de *miles* dont il s'agit. Il n'existait tout d'abord qu'un seul alternateur de 120 kilowats (160 chevaux). En Janvier 1894, on en a ajouté un second [1]. Ces alternateurs produisent le courant sous une tension de 1.100 volts environ, que des transformateurs élèvent ensuite à 10.000. La méthode employée est originale et mérite d'être signalée. A chaque alternateur est relié un groupe de 20 transformateurs. Les primaires sont mis en quantité et reliés aux bornes de la génératrice. Les secondaires, dont les bornes respectives présentent une différence de potentiel de 500 volts, sont au contraire réunis en série. Aux sous-stations, par une disposition analogue, on abaisse la tension à 1.000 volts. Une telle manière de procéder était excessivement prudente et aurait permis, par un autre groupement des transformateurs, d'employer le long de la ligne une tension moins forte, si la pratique avait fait rejeter celle de 10.000 volts.

American Machinist [2] nous cite un second exemple plus récent, mais aussi beaucoup plus important : celui de Sacramento (Californie). L'usine génératrice est à une distance de cette ville de 24 miles (38 à 44 kilomètres). Les turbines sont au nombre de 4, accouplées directement à des dynamos triphasées de 1.000 chevaux chacune. Des transformateurs élèvent le voltage initial (dont la valeur ne nous est pas donnée) jusqu'à 10.000 volts, et c'est sous cette tension qu'est transmis le courant au moyen de câbles aériens. La perte en ligne est de 20 %, de sorte que la puissance utilisable représente environ 3.200 chevaux. C'est, paraît-il, beaucoup plus qu'il n'en faut. Aussi l'énergie électrique, qui se vend certainement à très bas prix, est-elle employée à tous les usages : éclairage, production de la force motrice, chauffage des appartements et des fourneaux de cuisine, etc. La mise en service de l'installation a eu lieu le 15 Juillet dernier avec plein succès. Nous souhaitons que le succès soit durable : des exemples heureux de transmission à si longue distance et à si haut voltage ne peuvent qu'être favorables au développement de l'électricité.

A. Gay,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

[1] *Western Electrician*, n° du 17 Août 1895.
[2] N° du 25 Juillet.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Poincaré (Henri), *Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Les Oscillations électriques.** *Leçons professées pendant le premier trimestre* 1892-1893, *rédigées par* **Ch. Maurin**, *Agrégé de l'Université.* — 1 *vol. in-8° de* 350 *p. avec fig.* (*Prix :* 12 *fr.*) *G. Carré*, 3, *rue Racine. Paris*, 1895.

La science des oscillations électriques, née d'hier, est encore dans sa prime jeunesse : les contours s'en dessinent vaguement, et l'œuvre expérimentale dans ce domaine est trop peu avancée pour permettre que chaque problème qui s'y rattache soit l'objet d'une investigation mathématique rigoureuse.

Nous n'y trouvons point, comme dans les sujets exposés déjà par l'illustre mathématicien, — les théories de l'élasticité et de la propagation de la chaleur par exemple — un terrain solide, permettant d'échafauder avec sécurité des calculs dont le résultat sera l'expression exacte d'un phénomène. On défriche encore, cherchant en gros la voie que, plus tard, on rendra carrossable.

Aussi les mathématiques, accompagnant l'exposé des expériences qu'elles expliquent et complètent, sont-elles rarement ici d'une rigueur qui eût été superflue. Souvent le problème est côtoyé par des moyens d'une extrême simplicité, et l'on reste émerveillé de la facilité avec laquelle on est conduit tout près de la solution, aussi près du moins que l'expérience le permet, tandis qu'en voulant s'approcher encore davantage, on courrait à d'inextricables et inutiles difficultés.

L'ouvrage classique de Maxwell, d'où procèdent nos notions modernes de la science électrique, laisse l'esprit un peu dans le vague. On y retrouve des vestiges des anciennes théories amalgamées aux idées dont le grand physicien de Cambridge fut le promoteur et l'apôtre. Hertz entreprit d'abord d'en unifier l'idée. Sans s'attacher trop au texte, il admit que les théories de Maxwell étaient caractérisées par les équations auxquelles il arrive, et il chercha à les retrouver en partant d'un point de vue unique. C'est aussi de là que part M. Poincaré, et, pour ceux qui ont été élevés dans la terminologie ancienne, il en résulte un instant d'embarras. L'électricité n'existe plus que comme résultat d'un calcul; la chose simple, c'est la *force électrique* qui permettrait d'épuiser le sujet sans que l'expression analytique représentant ce que les anciennes théories nomment l'*électricité* y soit une seule fois posée. Les hypothèses de la nouvelle théorie, qui sont discutées au début de l'ouvrage, sont d'abord : l'unité du champ électrique et du champ magnétique, la conservation de l'électricité et du magnétisme, la conservation de l'énergie, les lois de Joule et d'Ohm.

La première hypothèse consiste à admettre qu'un champ magnétique produit par un courant possédera toutes les propriétés d'un champ dû à un aimant, et de même pour un champ électrique; les deux espèces de champs sont alors entièrement définis par deux systèmes de vecteurs, auxquels il suffira d'imposer les conditions prescrites par les autres lois.

Ces principes, exposés dans les premiers chapitres du cours, sont rapportés à la notation de Hertz; mais, pour la facilité de la comparaison, les équations de Maxwell sont aussi indiquées. C'est alors seulement que l'on aborde l'étude des oscillations électriques par l'exposé de la théorie de Lord Kelvin, les expériences de Feddersen et de M. Mouton et enfin celles de Hertz.

Dirons-nous comment l'importance de la découverte de l'étincelle excitatrice est rendue pour ainsi dire tangible? « Pour faire osciller un pendule, il faut l'écarter de sa position d'équilibre, et faire disparaître la cause qui le maintenait écarté de cette position. Mais il faut que cette cause disparaisse rapidement, en un temps petit par rapport à la durée d'une oscillation. Si, par exemple, ce temps était le quart de la durée d'une oscillation complète, le pendule serait justement revenu à sa position d'équilibre et n'oscillerait pas. » C'est pour cette cause que l'étincelle, d'une durée totale beaucoup moindre que celle d'une oscillation, provoque cette dernière, ce qu'aucun dispositif mécanique n'eût permis de réaliser pour des oscillations dont la longueur d'onde fût inférieure à des centaines de kilomètres. Les premières expériences de Hertz permettaient déjà d'affirmer que la durée de l'étincelle excitatrice était inférieure à un milliardième de seconde. Les recherches récentes de M. Lebedef, qui a abaissé la longueur de l'onde électrique jusqu'à quelques millimètres, nous montrent que cette étincelle peut ne durer qu'un trillionième de seconde. Hertz était loin, par conséquent, d'avoir épuisé l'action du merveilleux instrument qu'il avait découvert d'une façon toute fortuite.

La première objection qui se présente à l'esprit à propos des expériences de Hertz, se rapporte à la capacité et à l'induction propre de la bobine reliée au primaire. M. Poincaré montre que cette cause perturbatrice n'intervient pas; puis il indique les petits écarts que l'on trouvera en tenant compte de la capacité du fil et de la répartition cinématique de l'électricité sur les boules de l'excitateur. Toutes ces petites erreurs, négligées par Hertz, ne modifient pas sensiblement les résultats auxquels il est arrivé, comme on peut s'en rendre compte, en calculant, avec toute la rigueur que le problème comporte, ces corrections pour des dispositifs donnés, celui de M. Blondlot en particulier.

Le courant de déplacement autour du fil, qui se traduit par la radiation de l'énergie dans l'espace, et dont la théorie élémentaire ne tient aucun compte, pourrait introduire des erreurs plus considérables. Le calcul, comparé à l'expérience, montre que cette cause perturbatrice peut être à peu près négligée, si l'on s'en tient à la durée de l'oscillation.

Mais les courants de déplacement consomment l'énergie de l'oscillation, qui s'éteint rapidement. C'est, comme on sait, la cause de la résonance multiple, découverte par MM. Sarasin et de la Rive, et dont M. Poincaré a donné la première théorie exacte et complète. L'amortissement, considérable dans le primaire, très faible dans le résonateur, suffit pour expliquer ce singulier renversement des rôles, le phénomène visible dépendant avant tout du récepteur. Cette idée de M. Poincaré a, du reste, été vérifiée par M. V. Bjerknes et M. Pérot, par une étude de l'amortissement dans les diverses parties de l'appareil, puis confirmée par les expériences de M. Nils Strindberg, qui, en modifiant convenablement l'excitateur et le résonateur, est parvenu à changer le rapport des amortissements, de manière à obtenir une longueur d'onde apparente égale à celle de l'un ou l'autre des organes. La première partie du cours de M. Poincaré est consacré à l'étude de toutes les questions relatives aux appareils; la méthode consiste à prendre l'un après l'autre les divers instruments employés par les expérimentateurs et à en calculer les effets. Le raisonnement s'appuie ainsi sur quelque chose de tangible, et l'on est toujours à même de comparer le résultat du calcul avec celui de l'expérience. Cette première partie se termine par la relation des expériences sur la vitesse de propagation des actions électrodynamiques, et par quelques applications de la théorie.

Au chapitre VII, nous quittons la propagation dans l'air pour aborder les mouvements dans les corps possédant un pouvoir inducteur spécifique différent. C'est ici que l'on trouve pour la première fois la confirmation éclatante de l'idée de Maxwell, relative au pouvoir inducteur spécifique comparé au carré de l'indice de réfraction. Les dernières expériences ont réservé bien des surprises, en montrant que certains écarts trouvés en se servant d'ondes optiques disparaissaient comme par enchantement lorsqu'on avait recours aux ondulations électriques. Toutefois, il reste une fissure à combler en ce qui concerne quelques liquides dont l'indice de réfraction optique et électrique est d'un ordre de grandeur différent.

Ce sont de ces mystères d'aujourd'hui, sur lesquels l'avenir nous apportera sans doute quelques lumières. Déjà, depuis que M. Poincaré a terminé son cours à la Sorbonne, de nouvelles expériences ont éclairci plus d'un point resté obscur. Il en est tenu compte dans un chapitre additionnel écrit pendant l'impression de l'ouvrage.

Le cours de M. Poincaré est, sans doute, trop près de l'époque où les oscillations électriques vinrent si à propos populariser l'œuvre de Maxwell, trop contemporain au développement de cette branche de la science électrique pour en être l'expression définitive. Il a bien plutôt servi de guide aux recherches, en coordonnant le travail déjà fait et en donnant la première vue d'ensemble sur des faits encore épars et, pour la plupart, insuffisamment discutés. C'est le livre d'une époque, auquel il faudra toujours recourir lorsqu'on voudra se rendre compte du développement de nos idées sur cette question des oscillations électriques.

Ch.-Ed. Guillaume.

2° Sciences physiques.

Fuchs (Gotthold). — **Anleitung zur Moleculargewichtsbestimmung nach der Beckmann'schen Gefrier-und Siede-punktsmethode** (*Guide pour la détermination du poids moléculaire par les méthodes cryoscopiques et ébullioscopiques de Beckmann*). — 1 *vol. in-8° de 40 p.* (*Prix : 1 fr. 50.*) *Engelmann. Leipzig*, 1895.

Cette petite brochure de 40 pages contient la description détaillée du mode opératoire adopté au laboratoire de M. Beckmann pour effectuer les mesures cryoscopiques et ébulliscopiques. En principe, les appareils employés par ce savant, surtout pour la cryoscopie, ne diffèrent du dispositif de M. Raoult que par des détails de construction qui simplifient l'opération. De nombreux expérimentateurs ont modifié, chacun à son point de vue spécial, l'appareil classique de M. Raoult, sans que personne leur ait attribué pour cela le mérite de la découverte de la cryoscopie. Si l'auteur de ce petit opuscule tenait à nous faire connaître les procédés employés plus spécialement au laboratoire de M. Beckmann, auquel on doit un très grand nombre d'observations fort bien faites, il nous semble qu'il eût été correct de laisser un peu moins dans l'ombre les noms des deux savants auxquels la science est redevable de ces ingénieuses méthodes : M. Raoult pour la découverte de la cryoscopie, M. Van't Hoff pour les développements mathématiques qu'elle comporte. Ces réserves faites, nous nous empressons de reconnaître que la brochure de M. Gotthold Fuchs contient tous les détails qui intéressent le praticien : description des appareils avec figures, méthodes de calcul, choix des dissolvants, anomalies, enfin des tables dans lesquelles on trouvera réunies les constantes des principaux dissolvants, au nombre de 28 pour la cryoscopie et de 34 pour l'ébulliscopie; ces tables nous ont paru très complètes; nous n'y relevons qu'une seule omission, facile à réparer dans une nouvelle édition : l'oubli de la constante cryoscopique de l'acide sulfurique hydraté, un excellent dissolvant employé récemment avec succès par M. Lespiaud.

Ph.-A. Guye.

Garçon (Jules), *Ingénieur-Chimiste, Licencié ès sciences.* — **La Pratique du Teinturier.** *Tome I :* **Les Méthodes et les Essais de Teinture. Le Succès en Teinture.** *Tome II :* **Le Matériel de Teinture.** — 2 *vol. in-8° de 150 p. et 400 p. avec 245 fig.* (*Prix : 3 fr. 50 et 10 fr.*) *Gauthier-Villars, Paris*, 1894-95.

L'auteur de cet ouvrage, qui comprendra un troisième volume, est fort au courant de tout ce qui concerne non seulement la *teinture*, mais en général les fibres textiles. Sous le titre de : *Bibliographie de la Technologie des fibres textiles : propriétés, blanchiment, teinture et matières colorantes, impression et apprêts*, il a publié, en 1893, un ouvrage couronné par la Société Industrielle de Mulhouse, répertoire aussi complet que possible de toutes les publications, périodiques ou autres, traitant de ces divers sujets. M. J. Garçon ne s'est pas contenté d'énumérer les titres des nombreux ouvrages qu'il a dû cataloguer. Il a lu les principaux d'entre eux : les deux volumes de la « Pratique du Teinturier » sont le fruit et le résumé de ce labeur.

Le premier volume, après quelques pages d'Introduction historique, entre directement dans le sujet par l'exposé des méthodes de teintures, envisagées par rapport à la nature de la matière colorante et à celle de la fibre. Ces considérations générales mènent l'auteur à passer en revue les opérations qui précèdent la teinture (dégraissage, blanchiment, mordançage, etc.), celles qui constituent la teinture proprement dite, et enfin celles qui suivent la teinture (avivage, savonnage, vaporisage, apprêts, etc.).

Un chapitre spécial est consacré à la solidité des couleurs teintes. Les anciens travaux de Chevreul sur la résistance que présentent les matières colorantes naturelles à la lumière (dans le vide, en présence d'air sec ou humide, ou dans une atmosphère d'hydrogène), et sur l'action de la chaleur et des agents atmosphériques, y sont analysés.

Puis viennent les travaux récents de Hummel, qui a parfaitement défini la solidité des couleurs, en la considérant comme fonction du rôle que doit remplir à l'usage l'objet teint, et qui, le premier, a méthodiquement étudié la résistance des couleurs artificielles, si nombreuses aujourd'hui, à divers agents (lumière, frottement, foulonnage, chlorage, acides, etc.). La série des expériences de M. Frusher sur la résistance des couleurs fixées sur laine est également mentionnée.

L'auteur donne en appendice, à la fin du volume, un résumé de la théorie de la teinture. Les dernières discussions, entre les partisans de la théorie chimique et ceux de la théorie mécanique, y sont exposées, avec les arguments expérimentaux produits de part et d'autre. Les relations entre la couleur des corps et leur constitution chimique, telles que M. O. N. Witt les a établies le premier, sont aussi indiquées.

Cet intéressant volume se termine par des éléments de chromatique, résumé des travaux de Chevreul, de Rood, de Rosenstiehl, etc., sur « la science de la couleur ». Toute cette partie théorique, fort attachante, ne paraîtra pas déplacée, bien que le livre s'adresse surtout aux praticiens.

Le second volume est consacré tout entier à l'étude du « Matériel de teinture ». Il renferme deux cent quarante-cinq dessins ou croquis des machines et des dispositifs les plus importants. Il ne saurait être résumé que par l'indication, empruntée à la table systématique des matières, des sujets traités par l'auteur. En voici l'énumération : *Epuration des eaux dans les teintureries. — Du chauffage et de la production de la vapeur. — De la circulation des liquides. — De l'extraction des bois de teinture. — Dégraissage, blanchiment, mordançage. — Teinture des poils, rubans, bobines, cannettes, chaînes, écheveaux, tissus. — Du lavage, de l'essorage, du séchage. — Opérations diverses.*

Le volume à paraître sera consacré aux « Recettes et procédés spéciaux de teinture ». Nul doute qu'il ne soit à la hauteur des précédents et ne complète dignement la série.

Maurice Prud'homme.

3° Sciences naturelles.

Lothelier (A.). — **Recherches anatomiques sur les épines et les aiguillons des plantes. Influence de l'état hygrométrique et de l'éclairement sur les tiges et les feuilles des plantes à piquants.** *Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris. — Brochure in-8° de 147 pages avec 8 planches. Lille, imprimerie Le Bigot frères,* 1895.

Voici un sujet d'anatomie physiologique à l'ordre du jour. On sait que beaucoup de plantes transforment en épines leurs rameaux, leurs feuilles et parfois leurs racines. Au moment où il est à la mode d'attribuer la moindre particularité morphologique à une adaptation plus ou moins hypothétique, une étude comme celle-ci doit attirer l'attention. Pour se préparer à faire une étude critique de la question, M. Lothelier s'est proposé de déterminer par quels moyens les rameaux transformés en piquants acquièrent les caractères de résistance qui les distinguent des rameaux normaux et quels sont les tissus qui concourent à leur donner leur rigidité particulière; c'est évidemment par là qu'il faut commencer. L'auteur examine successivement les rameaux et les feuilles transformés en piquants, les aiguillons d'origine corticale ou épidermique dépourvus de faisceaux libéroligneux, et quelques organes de même nature dont l'origine est douteuse.

Lorsque des rameaux se transforment en épines (*Ajonc, Colletia, Citrus triptera, Aubépine*), la lignification porte surtout sur le cylindre central; les tissus conducteur et assimilateur se réduisent; au contraire, les fibres du bois, les cellules de la moelle et des rayons médullaires se sclérifient et forment un tissu de soutien très puissant.

Les feuilles passent fréquemment à l'état de piquants, partiellement ou en totalité (*Cirsium, Berberis*, etc.); elles présentent alors les mêmes transformations que les rameaux-épines; fait remarquable, la symétrie bilatérale y est souvent altérée et les stipules épineuses de beaucoup d'Acacias ont une symétrie axile semblable à celle du rameau. Voici encore un cas où les prétendues lois morphologiques sont en défaut.

Les aiguillons du Câprier, des Rosiers, des Ronces, de certains Groseilliers, les piquants des *Cactus* sont produits par l'épiderme et les assises corticales; elles font hernie au dehors; les couches les plus externes de l'écorce sont sclérifiées et donnent à ces organes leur rigidité. Suivant M. Lothelier, les piquants qui hérissent le fruit du Châtaignier, du *Datura stramonium*, du Ricin, etc., représenteraient des dents de feuilles.

Nous souhaiterions que cette étude anatomique portât sur un plus grand nombre de types appartenant aux régions les plus sèches; les plantes désertiques présentent, à cet égard, des variations si nombreuses que cette première partie du travail de M. Lothelier ne peut être considérée que comme une ébauche; il s'est lui aussi, plié aux exigences du milieu et n'a pu étudier que les espèces susceptibles de croître sous des climats tempérés; il n'importe! nous avons là un point de départ utile.

Partant de la connaissance de la structure anatomique, l'auteur se demande quelles sont les causes qui agissent dans la production de ces variations. Est-ce la nature du sol, l'état hygrométrique de l'air ou la lumière? Laissant de côté l'action du sol, il s'est proposé de rechercher quelle est l'action de l'état hygrométrique et de l'éclairement sur les tiges et les feuilles des plantes à piquants. Des expériences sur de pareils sujets peuvent être difficilement des expériences de laboratoire. Il est naturel que des plantes désertiques se prêtent assez mal à une vie prolongée sous cloche; en outre, l'atmosphère brumeuse du bassin de Paris est peu favorable à l'étude de l'action d'un éclairement intense sur la vie végétale. Toutefois l'essai est louable et encouragera sans doute ceux qui se trouvent dans des conditions meilleures à reprendre cette étude avec plus de chances d'arriver à des résultats probants. En attendant, les indications que fournit M. Lothelier ne sont pas inutiles. Il est évident que, si des plantes aussi peu désertiques que quelques-unes de celles dont il est question dans ce mémoire, ont varié toujours dans le même sens, ce résultat deviendra bien plus frappant lorsqu'on expérimentera sur des espèces franchement xérophiles et dans des conditions expérimentales convenables pour une étude de cette sorte.

Nous savons dès maintenant que les piquants d'origine foliaire ou caulinaire ont une tendance à reprendre le type normal, dans l'air saturé d'humidité; lorsqu'ils proviennent d'organes qui ne sont pas indispensables à la vie de la plante, ils tendent à disparaître par voie de régression. L'appareil tégumentaire, les tissus de soutien, de protection et d'assimilation sont moins différenciés dans une plante cultivée dans l'air humide que dans la même plante cultivée dans l'air normal. Les différences entre les plantes cultivées au soleil et à la lumière diffuse se manifesteraient dans le même sens: la plante est moins différenciée à l'ombre qu'au soleil; la réduction porterait spécialement sur les organes terminés en pointe. En somme, dans les conditions expérimentales où s'est placé M. Lothelier, tout démontre que les plantes ont été affaiblies. La diminution des tissus sclérifiés, du tissu en palissade, la formation tardive du liège, ne sont-elles pas la conséquence d'une assimilation diminuée par l'abri opaque « ouvert sur la face nord » destiné, dans la pensée de l'auteur, à préserver la plante de la lumière directe du soleil?

C. Flahault.

Van Gehuchten (A.), *Professeur d'Anatomie à l'Université de Louvain.* — **De l'origine du Pathétique et de la racine supérieure du Trijumeau.** — *Bruxelles, F. Hayez,* 1895.

Dans un article sur l'*Origine du quatrième nerf cérébral et sur un point d'histophysiologie générale qui se rattache à cette question* [1], l'illustre anatomiste de Pavie, C. Golgi, dont le procédé de coloration noire a été le point de départ de la transformation de l'histologie du système nerveux, signalait une espèce de cellules nerveuses centrales, globuleuses, à contours nets, de 60 à 80 μ, différant complètement, disait-il, du type général des cellules nerveuses centrales, car les prolongements protoplasmiques faisaient complètement défaut. Avec Deiters, Golgi rapprochait naturellement ces cellules unipolaires de celles des ganglions cérébro-spinaux en général (ganglions intervertébraux, ganglion de Gasser, etc.). Quant à la question de savoir si l'unique prolongement de ces cellules, prolongement nerveux, à revêtement myélinique, se comportait d'une manière identique à celui des cellules de ces ganglions périphériques, s'il présentait, par conséquent, la division en deux rameaux à direction opposée, Golgi ne pouvait encore se prononcer à ce sujet. Les prolongements nerveux, uniques, de ces cellules unipolaires centrales, appartenant surtout à la substance grise centrale des éminences bigéminées, deviendraient les fibres radiculaires du nerf pathétique et sortiraient du tronc cérébral après entre-croisement dans la valvule de Vieussens.

Pour Kölliker, au contraire (*Handbuch der Gewebelehre des Menschen*, 1893), ces cellules vésiculeuses sont de véritables cellules multipolaires: en outre, elles représentent pour lui les cellules d'origine des fibres de la *racine supérieure* du trijumeau, *racine motrice*, comme en témoignent l' « épaisseur de ces fibres » et « la grosseur de leurs cellules d'origine ».

Quelle importance spéciale Golgi attachait-il à sa découverte? Les critiques très vives qu'il dirige cette fois encore contre la théorie de Ramon y Cajal et de van Gehuchten touchant la valeur fonctionnelle des prolongements protoplasmiques, vont nous l'apprendre. Il croit avoir enfin trouvé, dans l'existence de ces cel-

[1] *Archives italiennes de Biologie*, XIX, 1893, p. 453 et suiv.

lules vésiculeuses dénuées de dendrites, un fait qui doit ruiner la doctrine de la conductibilité nerveuse cellulipète des prolongements protoplasmiques, appareils de réception des courants nerveux, dans la nouvelle école, alors qu'il continue à considérer ces prolongements comme en rapport avec les fonctions trophiques de la cellule nerveuse. En effet, si, conformément au principe de la polarisation dynamique des éléments nerveux, la direction du courant, pour toutes les catégories de cellules nerveuses, ne va plus du prolongement cylindraxile à la cellule, mais du prolongement protoplasmique à la cellule, ce n'est rien de moins qu'une « révolution », dit expressément Golgi, dans la manière de considérer la signification des différentes parties du neurone. Or, si les appareils de réception, indispensables pour la théorie, font défaut ici, puisque voici des cellules centrales sans prolongements protoplasmiques, comment s'accomplira, à travers les neurones, le cycle des courants nerveux cellulipètes et cellulifuges?

« Je ne peux me dispenser de faire observer, écrit Golgi, que les cellules nerveuses spéciales dont j'ai reproduit plus haut une figure et dont la principale caractéristique consiste dans l'absence des prolongements protoplasmiques, représentent, par rapport à la théorie de la polarisation dynamique, un véritable point d'interrogation. »

Le grand nom de Camille Golgi imposait aux histologistes dissidents un examen approfondi du fait auquel le savant Italien attachait une si haute importance. M. van Gehuchten, poursuivant ses recherches sur l'organisation interne du système nerveux de la truite au moyen de la méthode de Golgi, a obtenu, imprégnées par le sel d'argent, dans un certain nombre de préparations, des cellules d'origine et des fibres radiculaires du nerf pathétique, ainsi que les éléments constitutifs de la racine supérieure et de la racine inférieure du nerf trijumeau. Les cellules nerveuses du noyau d'origine du nerf pathétique sont bien des cellules unipolaires, à prolongement nerveux unique. Quant aux cellules globuleuses voisines de la racine supérieure du trijumeau, racine motrice (Kölliker), elles sont unipolaires ou bipolaires (chez la truite). Des deux cellules de cette espèce représentées dans des figures de van Gehuchten, l'une, unipolaire, est pourvue d'un prolongement unique très épais, d'où sortent, à une petite distance du corps cellulaire, quelques courts *prolongements protoplasmiques ascendants*; l'autre, bipolaire, outre son prolongement descendant cylindraxile, possède un *prolongement ascendant de nature protoplasmique*. Après avoir émis un certain nombre de collatérales, les prolongements cylindraxiles de ces deux cellules nerveuses pénètrent dans la racine périphérique du nerf de la cinquième paire.

Voici la conclusion du mémoire de van Gehuchten : « Ces cellules sont pourvues de prolongements proto- « plasmiques et d'un prolongement cylindraxile. « L'existence de prolongements protoplasmiques à ces « cellules vésiculaires mérite d'être relevée d'une fa- « con spéciale. *Elle enlève toute valeur à l'objection for- « mulée par Golgi contre la théorie de la polarisation dyna- « mique des éléments nerveux.* D'ailleurs, l'existence, dans « le système nerveux central, de cellules uniquement « pourvues d'un prolongement cylindraxile, ne dimi- « nuerait en rien la valeur de la doctrine que nous « avons émise avec Ramon y Cajal, vu que l'appareil « de réception d'un élément nerveux est constitué à la « fois et par le corps cellulaire et par les prolonge- « ments protoplasmiques ».

Jules Soury.

Magnin (Dr A.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.* — **Florule adventive des saules têtards de la région lyonnaise.** — 1 *brochure in-8° de 18 pages avec 5 planches en phototypie. H. Georg, libraire-éditeur. Lyon*, 1895.

4° Sciences médicales.

Mesnet (Dr E.). — **Le Somnambulisme provoqué et la Fascination** (*Etude médico-légale*). — 1 *vol. in-8° de* XXIV-267 *pages.* (*Prix : 5 francs.*) *Rueff et Cie, éditeurs. Paris*, 1894.

Tardieu, dans son étude médico-légale sur les attentats aux mœurs, posait la question suivante : Une femme peut-elle être déflorée ou violée sans le savoir? C'est à la résoudre que s'attache M. le Dr Mesnet. Tardieu admettait, cela va sans dire, qu'une femme en état de léthargie ou d'ivresse ou bien endormie d'un sommeil toxique, sous l'influence de l'opium, de l'éther, du chloroforme, etc., pouvait subir à son insu toutes les violences sexuelles; il admettait aussi qu'il en est de même pour les idiotes et pour certaines imbéciles, chez lesquelles du moins le souvenir de l'acte dont elles ont été victimes ne subsiste pas, si elles en ont eu, au moment où il s'accomplissait, une obscure conscience. Mais la question qui demeurait pour lui ouverte, c'était de savoir si pendant le sommeil hypnotique la perte de la conscience pouvait être assez complète pour qu'un viol fût pratiqué sur la personne endormie sans qu'elle en sût rien et si, pendant un accès de somnambulisme naturel ou provoqué, la volonté normale pouvait être abolie à tel point que le sujet fût hors d'état d'opposer la moindre résistance à celui qui voulait lui faire violence; il était amené à se demander enfin si, en ce cas, tout souvenir de ce qui se serait passé disparaîtrait de la mémoire normale de la victime. A ces questions, aucune réponse bien nette ne pouvait alors être faite et, en France surtout, la connaissance très incomplète que l'on avait encore de tout ce qui touchait à l'hypnotisme commandait de se tenir sur une très prudente réserve. M. Mesnet estime que les choses ont changé et qu'il est maintenant possible de démontrer que tout souvenir d'un viol, accompli sur une femme hypnotisée, peut et doit s'effacer entièrement de son esprit dès qu'elle s'est éveillée. Il apporte à l'appui de sa thèse des preuves de diverse nature. Tout d'abord il insiste sur ce fait du dédoublement ou de la scission de la mémoire, qui est le résultat caractéristique et constant des pratiques hypnotiques; il montre que cette double vie, ces deux séries d'états de conscience qui s'entre-croisent sans cesse sans se mêler jamais, se retrouvent dans le somnambulisme naturel comme dans le somnambulisme provoqué, et que cette abolition à l'état normal (en condition première) du souvenir de tout ce qui s'est passé pendant le sommeil (condition seconde), cette reviviscence, au contraire, des images et des événements qui ont occupé l'esprit en condition seconde à chaque phase nouvelle du sommeil constituent l'essentiel des phénomènes hypnotiques. C'est sur cet état particulier de la mémoire, bien plus que sur les anesthésies diverses ou l'aptitude à recevoir des suggestions, que doivent surtout porter les recherches lorsqu'on veut, en médecine légale, établir que l'acte dont un sujet a pu être la victime a dû être accompli pendant qu'il était en un accès de somnambulisme. M. Mesnet signale enfin les différences qui séparent à ce point de vue le malade atteint de somnambulisme de l'hypnotisé. Chez le premier, il y a un rétrécissement spontané du champ de la conscience pendant les accès et une double vie mentale, mais il reste encore en une certaine mesure en communication avec le monde extérieur; l'hypnotisé, au contraire, qu'il ait les yeux fermés ou soit en état de fascination, ne sait et ne perçoit rien de ce qui l'entoure que par l'intermédiaire de son hypnotiseur; il n'a donc que les souvenirs qu'il plaît à celui qui l'a endormi. L'hypnotiseur peut, du reste, les abolir tous par suggestion et faire que soit effacée et détruite en lui cette heure de sa vie. Après avoir donné quelques exemples de ces troubles de la mémoire et de la volonté, puisés dans sa propre expérience clinique, M. Mesnet expose alors en grand détail le cas d'un hystérique du nom de

Didier qu'il avait eu longtemps dans son service et qui fut traduit en police correctionnelle sous l'inculpation d'outrage à la morale publique; il présentait de la manière la plus nette cette scission des souvenirs, caractéristique du somnambulisme, et, condamné en première instance, il fut acquitté en appel sur un rapport médico-légal de M. Motet. On admit que, s'il avait commis les actes incriminés (ce qui était au reste, d'après l'ensemble des faits de la cause, fort douteux), il les avait commis pendant un accès de somnambulisme et qu'il ne pouvait en conséquence en être à son état normal tenu pour responsable. Les conclusions qu'on peut dégager de cette première partie du travail de M. Mesnet sont les suivantes : 1° tout hypnotisable est sinon un malade, du moins un prédisposé aux affections névropathiques, chez lequel existe déjà un certain degré de déséquilibration cérébrale (les opinions de M. Mesnet sur ce point se rapprochent bien davantage de celles de l'école de la Salpêtrière que de celles de l'école de Nancy et de la plupart des neurologistes et psychologues anglais et allemands); 2° le somnambulisme, naturel ou provoqué, est essentiellement caractérisé par une altération de la mémoire; 3° cette altération de la mémoire est de telle nature que tout souvenir des actes accomplis pendant la condition seconde est aboli à l'état normal; 4° cette scission des souvenirs, constante à la suite du sommeil hypnotique, permet de répondre affirmativement à la question que s'était posée Tardieu.

M. Mesnet, serrant alors de plus près encore le sujet spécial qu'il s'est donné pour tâche de traiter dans ce mémoire, rapporte un certain nombre de faits qui tendent à établir que, pendant le sommeil hypnotique, les organes génitaux d'une femme peuvent se trouver dans un état d'anesthésie tel qu'il permette d'abuser d'elle sans qu'elle en ait conscience. M. Mesnet a pu ainsi pratiquer l'examen au speculum d'une malade atteinte de métrite du col sans qu'elle ait senti l'introduction de l'instrument, et cela malgré que cette malade eût la résolution bien arrêtée de ne pas se laisser examiner. Au réveil, tout souvenir de ce qui s'était passé avait disparu. Il en fut de même avec deux autres jeunes femmes, qui semblèrent même n'avoir aucune conscience de l'examen auxquelles elles étaient soumises et qui se déshabillèrent et se rhabillèrent automatiquement et sans que visiblement leur intelligence réfléchie eût à intervenir. L'insensibilité des organes sexuels peut devenir assez complète sous l'influence des pratiques hypnotiques pour permettre à une femme d'accoucher sans accuser de douleurs vives : M. Mesnet rapporte une observation d'analgésie hypnotique de ce type. Il cite également une observation de cystocèle vaginale opérée à l'insu de la malade pendant le sommeil provoqué. Dans les deux cas, la scission des souvenirs a été observée. Ces faits rendent donc très aisé à admettre qu'une jeune fille, dont M. Mesnet raconte tout au long l'histoire clinique, ait pu être violée, presque sans le savoir, durant une crise de sommeil hypnotique et soit devenue enceinte sans parvenir à se rendre compte comment elle avait pu le devenir. Il y avait abolition complète du souvenir de ce qui s'était passé, tandis qu'elle était endormie, et ce ne fut qu'en l'endormant de nouveau qu'on put faire revivre en elle la mémoire de tout ce morceau de sa vie, effacé de sa conscience; elle raconta alors avec précision la violence dont elle avait été victime. M. Mesnet cherche à montrer ensuite que le sujet hypnotisé ne peut pas ne pas obéir à son hypnotiseur; il y a bien des velléités de résistances, certains actes ne sont accomplis qu'à regret, à contre-cœur, après une sorte de lutte de la volonté du sujet contre celle de l'hypnotiseur; mais, en fin de compte, le sujet finit toujours par céder, il ne peut pas ne pas céder, il ne s'appartient pas à lui-même. M. Mesnet, d'accord en cela avec M. Durand (de Gros), ne croit pas à la distinction des crimes de laboratoire et des crimes réels, et il juge l'hypnotisé encore plus incapable de se refuser à subir un acte qu'à en accomplir un. « La volonté de l'hypnotisé est plus apparente que réelle; c'est une volonté fruste, qui peut résister au premier assaut, mais qui est incapable de se maintenir en face d'un expérimentateur qui sait vouloir et commander. » M. Mesnet, après avoir ainsi prouvé ou tenté de prouver le bien-fondé de la thèse dont la démonstration constituait l'objet principal de son livre, consacre un chapitre à établir l'identité psycho-physiologique de la fascination (somnambulisme les yeux ouverts) avec le somnambulisme ordinaire. Il étudie le rapport spécial qui unit le fasciné au fasciné par l'intermédiaire duquel seul il est en communication avec ce qui l'entoure; il ne voit, ne sent que les objets et les gens que touche l'opérateur, il n'entend que la voix de ceux qui sont en contact avec lui. De ces faits qu'il étudie sommairement, M. Mesnet ne tente au reste nulle explication. Le chapitre se termine par l'observation d'un chef de gare qui se laissa écraser par une machine dont les cuivres éclatants l'avaient fasciné.

Le livre se termine par un chapitre consacré plus spécialement à l'étude médico-légale du sujet. Reprenant dans leur ensemble les faits analysés, les groupant, M. Mesnet arrive à la conclusion qu'il faut répondre très nettement par l'affirmative à la question posée par Tardieu : une femme peut être violée dans le somnambulisme provoqué sans être en état d'opposer de résistance efficace, et elle ne gardera d'ordinaire nul souvenir de l'attentat dont elle aura été victime. Le médecin, pour s'assurer de la véracité des dires de la femme qui se dit la victime d'un viol, accompli en ces conditions, devra spécialement examiner l'état de sa mémoire dans les deux conditions mentales différentes où elle se peut trouver, sans négliger, bien entendu, d'étudier avec soin les anesthésies diverses qu'elle peut présenter, sa suggestibilité, le degré d'énergie de sa volonté, etc.

Le livre de M. Mesnet n'apporte rien de très nouveau et qui ne fût déjà en partie connu; mais il met très clairement en lumière l'importance, au point de vue médico-légal, de ces altérations de la mémoire où l'auteur a cru avec raison devoir particulièrement insister, et il renferme quelques observations dont la précision et l'ampleur ne laissent rien à désirer. M. Mesnet semble avoir raison lorsqu'il soutient que la volonté de l'hypnotisé est abolie, et que l'hypnotisé est comme un instrument docile aux mains de son hypnotiseur. Ce n'est pas une règle sans exception, et il est bon nombre d'hypnotisés, hypnotisés incomplets, qui n'obéissent que dans la mesure où ils y consentent, mais il en est ainsi souvent, et il est certain, contrairement à l'opinion de M. Gilles de la Tourette, que des violences peuvent être exercées sur une femme endormie, sans qu'elle soit capable de « vouloir » même se défendre, et cela malgré l'horreur que l'acte dont elle est victime lui inspire. M. Mesnet aura rendu service en prêtant à une thèse exacte l'appui de son nom, que font considérable sa longue expérience clinique et ses belles recherches sur les troubles de la mémoire et de la personnalité.

L. Marillier.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 535e livraison. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes.*

Nous trouvons dans la 536e livraison une intéressante monographie du département du *Loir-et-Cher* par M. A.-M. Berthelot, puis une importante description topographique et historique de la ville de *Londres*, avec un plan au 1/90.000e et de belles illustrations. Nous signalerons également un article sur l'anatomie de la région *lombaire* dû à M. Ch. Debierre.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 Octobre 1895.

M. le Secrétaire perpétuel donne communication de télégrammes de condoléances, adressés à l'occasion de la mort de M. **Pasteur**.

1° Sciences mathématiques. — M. **Paul Staeckel**, à propos d'une classe de problèmes de dynamique, dont les équations différentielles s'intègrent par des quadratures d'après une note antérieure, donne la véritable généralisation qui permet d'utiliser tout progrès dans l'intégration des équations de Hamilton, pour trouver des types nouveaux d'équations intégrables ou, en d'autres termes, pour former de nouveaux éléments linéaires dont on peut déterminer les lignes géodésiques.

2° Sciences physiques. — M. **Janssen** donne le récit d'une ascension au sommet du Mont-Blanc et résume les travaux exécutés, pendant l'été de 1895, dans le massif de cette montagne. L'observation du disque solaire, effectuée au sommet du mont, par une température de 0°, avec un point de rosée abaissé à — 18°, montra le spectre absolument dépouillé de ses raies d'origine aqueuse; tout le groupe D était absent ainsi que celui de C; *a* était si pâle qu'on avait peine à décider s'il était à sa place. — M. **Chrétien** adresse une note relative à l'emploi de lentilles à liquides, pour les instruments d'optique. — M. **Resal** communique un extrait d'un mémoire adressé à M. le Ministre de la Guerre par la Direction de l'Artillerie de Besançon sur l'orage du 1er juillet 1895. Le mémoire semble établir que la concentration de l'orage est due à un tourbillon résultant de la rencontre de courants dans les deux branches de la vallée du Doubs qui viennent se raccorder par une courbe d'un faible rayon. — M. **Delvalez** établit que, lorsqu'on fait passer un courant dans un liquide contenant une électrode parasite, les produits de l'électrolyse apparaissent sur celles-ci et y forment des figures électrochimiques satisfaisant aux lois suivantes : 1° la forme des lignes isochromatiques dépend de la forme du conducteur parasite et de sa position par rapport aux électrodes; 2° une lame de cuivre ou de plomb présente les mêmes dépôts métalliques qu'une lame de laiton identique, mais la deuxième moitié ne se colore pas; 3° la nature du dépôt varie avec l'intensité du courant; 4° si l'on fait varier la longueur des lames parasites, on constate des effets analogues à ceux produits par la variation de l'intensité du courant. — M. **Georges Charpy** a étudié les propriétés mécaniques des alliages de cuivre et de zinc : 1° pour les métaux bruts de coulée, la résistance dépend de la température de coulée et de la vitesse de refroidissement; 2° l'échelle des températures de recuit peut être partagée en quatre zones d'étendues variables pour les différents alliages. La première zone, à partir des basses températures, comprend les températures pour lesquelles on n'a pas de recuit sensible : c'est la zone de non recuit; dans la deuxième, la grandeur de la modification des propriétés mécaniques, produite par le recuit, varie d'une façon continue avec la température; la troisième zone est caractérisée par un recuit constant; enfin, aux températures très élevées voisines du point de fusion, on produit souvent une détérioration du métal dont la résistance diminue en même temps que l'allongement. — M. **Henri Moissan** a repris l'étude de quelques météorites métalliques ou holosidères, pour rechercher si toutes contenaient du carbone et sous quelle forme elles renfermaient ce métalloïde. Dans quelques météorites, il n'y a pas de carbone; dans d'autres, on rencontre soit du carbone amorphe, soit un mélange de cette variété et de graphite; enfin, dans une seule météorite jusqu'ici, celle de Canon-Diablo, l'auteur a trouvé réunies les trois variétés de carbone : diamant noir et transparent, graphite et carbone amorphe. — M. **R. L. Devaux** adresse une note relative à un moyen d'annuler l'inflammabilité du grisou, par le mélange avec l'acide carbonique. — M. **P. Lebeau** a préparé, à la haute température du four électrique, le carbure de glucinium pur et cristallisé. Les propriétés de ce carbure, et plus particulièrement l'action de l'eau, qui le décompose à froid avec dégagement de méthane, le rapprochent tellement du carbure d'aluminium C^3Al^4, que l'auteur a été amené à lui attribuer la formule C^3Gl^4. Dans ces conditions, la glucine devient un sesquioxyde Gl^2O^3. — M. **Raoul Varet** a examiné les iodocyanures au point de vue thermochimique; il déduit de cette étude la constitution de ces sels doubles et la vérifie par des méthodes purement chimiques fondées sur la formation des isopurpurates et sur l'action des réactifs colorés. — Le même auteur a constaté que les florures, les chlorures, les sulfates, les azotates, les carbonates, les acétates, les picrates des métaux alcalins et alcalino-terreux ne font pas la double décomposition avec le cyanure de mercure; avec les iodures et les sulfures, il y a décomposition. — M. **V. Martinand**, après avoir montré que l'action de l'air sur le moût de raisin provoque l'oxydation de la matière colorante, la rend insoluble et développe des parfums particuliers, établit que ces réactions sont dues à l'existence d'un ferment soluble ou diastase, analogue à la laccase de M. Bertrand. Ce ferment permet de réaliser promptement la décoloration du moût, la disparition du goût foxé des raisins américains et le vieillissement anticipé des vins. — M. **C. Faure** adresse une note relative à l'emploi du cyanate de calcium en agriculture.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **R. Lépine** étudie l'hyperglycémie et la glycosurie comparées, consécutives à l'ablation du pancréas. L'hyperglycémie n'atteint souvent son maximum que vers la trentième heure. — M. **R. Kœhler**, dans une note préliminaire, montre qu'avec un matériel peu coûteux et peu compliqué, il a pu effectuer des dragages profonds, à bord du *Caudan*, dans le golfe de Gascogne pendant le mois d'août 1895, et rapporter des collections et des documents considérables. — M. **Jourdain** signale les effets de l'hiver de 1894-1895 sur la faune des côtes et en particulier sur le crustacé comestible *Maia squinado* qui, au printemps, était d'une rareté extrême.

J. Martin.

Séance du 14 Octobre 1895.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une lettre annonçant que, à l'occasion du Centenaire de l'Institut, une cérémonie religieuse, en mémoire des membres décédés, sera célébrée le 23 octobre, dans l'église Saint-Germain-des-Prés. — M. le Président annonce la perte faite par l'Académie dans la personne de M. le baron **Larrey**. — M. **Emile Blanchard** ajoute quelques mots sur la carrière de ce chirurgien. — M. le Secrétaire perpétuel donne communication de nouvelles dépêches de condoléances, adressées à l'Académie à l'occasion de la mort de M. **Pasteur**.

1° Sciences mathématiques. — M. **Aug. Fabre** adresse un mémoire intitulé : « Intégration de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre, à une fonction x et à n variables indépendantes. — M. **J. Janssen** pré-

sente, au nom du Bureau des Longitudes, le volume de la Connaissance des temps pour 1898. Ce volume contient, pour Mars, une table donnant les éléments qui permettent de calculer la position de ses satellites à un moment donné. Les tables de Jupiter sont enrichies de nouveaux diagrammes, indiquant l'entrée des satellites dans l'ombre de la planète; enfin l'éclat des étoiles, supérieures à la première grandeur, se trouve indiqué en prenant pour unité celui d'Aldebaran. — M. **Fizeau** fait remarquer que les nombres des principales étoiles évaluées aujourd'hui concorde avec le nombre indiqué par certains textes anciens relatifs à l'éclat des principales étoiles du temps du patriarche Jacob et de Joseph. — M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, une brochure de M. **S. Kantor** intitulée : Theorie der endlichen Gruppen von eindeutigen Transformationen in der Ebene. — M. **H. von Koch** indique succinctement quelques résultats relatifs aux équations de la forme :

$$ax^2\frac{d^2z}{dx^2}+2bxy\frac{d^2z}{dxdy}+cy^2\frac{d^2z}{dy^2}+px\frac{dz}{dx}+qy\frac{dz}{dy}+\varphi z=0,$$

où φ est une fonction de x et de y assujettie à la seule condition d'être développable dans un domaine donné, selon les puissances positives et négatives de x et de y. En particulier, il est possible de trouver une intégrale de cette équation de la forme :

$$x^{\rho}\,y^{\mu}\sum_{\alpha,\beta}G_{\alpha\beta}^{(\rho\mu)}\,x^{\alpha}\,y^{\beta}$$

où ρ et μ sont deux constantes arbitraires liées par une seule équation $D(\rho,\mu)=0$ et la série étant convergente dans le même domaine que φ. — M. **A. Thybaut** étudie les propriétés des surfaces dont les lignes de courbure forment un réseau à invariants tangentiels égaux et établit plusieurs théorèmes les concernant.

2° Sciences physiques. — M. **Jules Andrade** donne la description d'un appareil qui lui permet de mettre en évidence et même d'amplifier la composante horizontale de la rotation de la Terre. Les expériences reposent sur la chute d'un mélange d'eau et de glycérine, mais une chute dissymétrique à l'égard de la verticale autour de laquelle l'appareil doit tourner. — M. **Aug. Coret** donne le détail d'expériences faites avec un appareil hydraulique dans le but de fournir une démonstration expérimentale du mouvement de rotation de la Terre; il donne, en outre, la description de l'avant-projet d'une fontaine monumentale qui, tout en participant au mouvement général autour de l'axe terrestre, se fixerait par rapport à l'espace et tournerait sur elle-même en sens inverse du mouvemt de rotation de la Terre. — M. Fizeau présente, au nom du **P. Colin**, une photographie de l'Observatoire de Tananarive. — M. **G. Quesneville** établit qu'il y a une distinction fondamentale entre les cristaux biréfringents qui acquièrent, comme le spath d'Islande, la réfraction elliptique dans un champ magnétique et le quartz dans le voisinage de l'axe. La théorie d'Airy ne convient pas aux premiers cristaux; les conséquences auxquelles elle conduit sont en désaccord avec les faits. — M. **Th. Schlœsing fils** donne la description d'un dispositif permettant de séparer facilement l'argon de l'azote et de l'oxygène avec lesquels il est mélangé; l'absorption se fait par le cuivre et le magnésium. Ce dispositif évite d'opérer sur de grandes quantités d'air, et permet d'isoler complètement l'argon contenu dans 1 litre 5 d'air. D'une façon générale, la disposition présentée par l'auteur permettra de doser avec précision l'argon contenu dans une atmosphère donnée. — M. **R. Engel** a approfondi l'action de l'acide chlorhydrique sur le cuivre; il a observé les faits suivants : 1° La décomposition n'a plus lieu lorsque la solution acide a pour densité 1,083 et répond sensiblement à la composition $HCl + 10H^2O$. 2° L'attaque devient très lente, lorsque l'acide répond à une concentration de beaucoup supérieure à celle représentée par $HCl.10H^2O$. 3° Un courant d'acide gazeux sec, dirigé dans l'eau en présence du cuivre et du chlorure cuivreux, donne lieu à une réaction rapide malgré la présence de ce dernier corps; l'acide anhydre est donc toujours décomposé par le cuivre. — M. **Ch. Astre** a étudié l'action de la potasse et de l'éthylate de potassium sur la benzoquinone; il a pu obtenir une benzoquinone monopotassique $C^6H^3KO^2.H^2O$, mais non le dérivé bipotassique, car ce corps, très instable, s'oxyde rapidement. Ces faits sont en accord avec la fonction dicétonique de la quinone. — MM. **G. Patein** et **E. Dufau** ont examiné les combinaisons formées par l'antipyrine avec les diphénols, la pyrocatéchine, la résorcine et l'hydroquinone; les ortho et paradiphénols se combinent avec deux molécules, le méta avec une seule. La fixation se fait sur un des atomes d'azote par l'intermédiaire de l'oxhydryle phénolique, qui perd cette propriété à mesure que son hydrogène est remplacé par un métal ou un radical. Les propriétés physiques des nouveaux composés sont décrites en détail. — M. **Nastukoff** a vérifié le pouvoir réducteur des levures pures et cherché à voir si ce pouvoir était le même chez différentes races. Deux procédés de réduction différents ont manifesté des pouvoirs réducteurs variables d'une levure à l'autre. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Edm. Jandrier** adresse une note sur la sève sucrée de l'*Agave americana*.

J. Martin.

Séance du 21 Octobre 1895.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. **Hellriegel**, correspondant pour la Section d'Economie rurale. — M. **Berthelot** rappelle les recherches de ce savant sur la fixation de l'azote par les légumineuses. — M. **le Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui désigner deux de ses membres pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'Ecole polytechnique au titre de membre de l'Académie des Sciences. — M. **Al. de Tillo** donne lecture des adresses de félicitations, envoyées par diverses Sociétés russes à l'occasion du Centenaire de l'Institut de France. — M. **A. de Baeyer**, qui s'était fait inscrire comme comptant prendre part aux fêtes du centenaire de l'Institut, exprime son vif regret d'en être empêché.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Vallier** présente un volume qu'il vient de publier sous le titre de : Balistique extérieure. — M. **Faye** fait hommage à l'Académie de la troisième édition de son ouvrage sur l'Origine du monde, théories cosmogoniques des Anciens et des Modernes. — M. **Tisserand** fait hommage du tome XXI des Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires. — M. **Ad. Perrin** adresse une note sur l'expression de l'accélération en mécanique. — M. **D. A. Casalonga** adresse une analyse graphique des mouvements de la Terre et de la Lune autour de leurs centres de gravité. — M. **Haton de la Goupillière** rappelle dans quelles conditions a été instituée la Commission pour l'Etude des Méthodes d'essai des Matériaux de construction en vue d'obtenir l'unification de ces méthodes; il résume l'ensemble des questions étudiées jusqu'ici et présente, au nom de M. le Ministre des Travaux Publics, quatre volumes qui renferment les travaux de cette Commission. — M. **G. Leveau** établit que l'inégalité à période de quarante ans dans la longitude de Mars, signalée par Le Verrier, présente des anomalies remarquées par Newcomb; lesquelles ne sont pas dues, comme le suppose celui-ci, à des inexactitudes dans le calcul de l'argument, mais bien à des causes jusqu'ici inconnues. — M. **Paul Adam** établit le théorème suivant sur la déformation des surfaces en désignant par σ et σ_1 deux surfaces applicables l'une sur l'autre, Σ le lieu du milieu de la corde joignant les points correspondants de ces deux surfaces et Σ_1 le lieu de l'extrémité du vecteur parallèle à cette corde

et égal à sa moitié. Si la surface Σ est un cylindre, le couple σ, σ_1 est composé de deux surfaces réglées applicables l'une sur l'autre avec parallélisme des génératrices correspondantes; ces deux surfaces ont d'ailleurs une orientation relative quelconque; la surface Σ_1 est une surface réglée à plan directeur; les lignes de striction se correspondent sur les trois surfaces σ, σ_1 et Σ_1; enfin, en désignant par θ l'angle des génératrices correspondantes de σ et de σ_1 et par ϖ et Π_1 les paramètres de distribution de σ et de Σ_1 on a :

$$\frac{\Pi_1}{\varpi} = \sin^2 \frac{\theta}{2}.$$

M. le Secrétaire signale les ouvrages suivants de M. **Cruls**, de Rio-de-Janeiro : 1° Posicões geographicas; 2° Les éléments climatologiques de Rio; 3° Eclipses de soleil et occultation. — M. **Perrotin** entretient l'Académie de l'Observatoire installé définitivement au sommet du Mounier à 2.741 mètres d'altitude; il indique en même temps les observations de Vénus effectuées avant le passage de la planète à sa conjonction inférieure, desquelles il résulte que la planète n'a pas une durée de rotation aussi rapide que celle de vingt-quatre heures. Une station météorologique est adjointe à la station astronomique.

1° Sciences physiques. — M. **Al. de Tillo** fait hommage d'un atlas des isanomales et des variations séculaires du magnétisme terrestre. Les conclusions générales sont les suivantes : 1° Les changements des éléments s'effectuent de manière que, dans une moitié du globe, les changements soient positifs, tandis que, dans l'autre partie, ils sont négatifs; 2° il existe une grande ressemblance entre le tracé des isanomales et celui des lignes d'égale variation séculaire. — M. **Norman Lockyer** présente quelques photographies du spectre des étoiles; le spectre de Bellatrix indique la présence de l'hélium et, d'une façon générale, l'absorption due aux atmosphères des étoiles, présentant peu de lignes, est due à l'hydrogène et à l'hélium. — M. **Jacolin** adresse un projet d'une disposition destinée à capter l'électricité des nuages. — M. **Ch. Dupuis** adresse une note relative à une expérience d'hydraulique. — M. **Aug. Coret** présente un complément à sa communication précédente sur un appareil hydraulique propre à mettre en évidence le mouvement de rotation de la Terre. — M. **Eginitis** déduit, de nombreuses observations hygrométriques faites à l'Observatoire d'Athènes, outre l'existence bien connue du maximum et du minimum d'humidité du matin et du soir, un deuxième maximum et un deuxième minimum ayant lieu le premier à 7 heures du soir en hiver et à 8 heures en été et le deuxième, de 2 à 4 heures après le premier. — M. **Martel** a effectué de nouvelles observations dans le gouffre de Padirac (Lot); il donne la description et le plan de ce gouffre ainsi que le régime des eaux qui y circulent. Malgré la grande sécheresse de cette année, le niveau liquide n'a pas varié sensiblement. — M. **Scheurer-Kestner** donne quelques mots d'historique sur l'usage des thermomètres métastatiques imaginés par Walferdin et sur la correction à apporter dans la lecture de ces thermomètres lorsqu'on veut déterminer la température à près de $\frac{1}{100}$ de degré. — M. **W. Louguinine** a continué ses études sur les chaleurs latentes de vaporisation des acétones de la série grasse, de l'octane, du décane et deux éthers de l'acide carbonique. La loi de Trouton, définie par la relation $\frac{MS}{T} = C^{te}$, s'applique très exactement aux corps de même fonction. Au contraire, la valeur de la constante varie d'une manière notable (de 26,5 à 19,8) pour les divers groupes de substance. — M. **Henri Moissan** a étudié un graphite provenant d'une pegmatite de l'Amérique, arrivée à la surface du sol après avoir été portée à une haute température. Ses propriétés caractéristiques le rapprochent entièrement des échantillons de graphite foisonnants obtenus dans les métaux en fusion. Il a dû être produit dans les mêmes conditions et, au moment où la pegmatite s'est formée, il a été moulé par les cristaux de quartz et de feldspath qui l'environnaient et a laissé sur ces derniers les impressions qui se trouvaient à sa surface. — Le même auteur a comparé ce graphite à différents échantillons de graphites naturels, et il a reconnu que tous les graphites peuvent être divisés en graphites foisonnants et non foisonnants. Les premiers paraissent avoir été produits sous l'action de bains en fusion, et, en particulier, de bains métalliques, et les seconds peuvent être dus à l'action d'une température élevée sur une variété quelconque de carbone amorphe. — M. **Ch. Astre** a étudié les produits ultimes de l'oxydation des dérivés obtenus en faisant agir la potasse en solution alcoolique sur la benzoquinone. Les deux composés obtenus ont pour formules $C^6K^2O^6$ et C^6KHO^6; l'étude de leurs propriétés montre que la benzoquinone ne renferme dans sa molécule que deux atomes d'hydrogène remplacables par un métal. Les résultats mettent en évidence la nature dicétonique de la benzoquinone. — M. **Balland** a étudié la composition des principales variétés de riz décortiqués que l'on trouve sur les marchés français. Il conclut de ses recherches que le riz est un aliment plus nutritif qu'on ne l'admet généralement, et qu'il y aurait avantage pour l'alimentation publique à restreindre l'usage des riz glacés et à favoriser la consommation des grains naturels simplement dépouillés de leur enveloppe. Les analyses de riz ayant une dizaine d'années prouvent qu'il se transporte facilement et se conserve bien; il pourrait avantageusement accroître nos réserves de guerre. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Gréhant** a fait une série d'expériences en vue de déterminer la toxicité de l'acétylène préparé à l'aide de carbure de calcium. L'auteur fait respirer à des chiens des mélanges titrés d'acétylène, d'air et d'oxygène renfermant toujours 20,8 d'oxygène comme l'air atmosphérique. Les mélanges successivement employés étaient à 20, à 40 et 79 0/0. Ils deviennent toxiques à partir de 40 0/0 et l'acétylène peut se retrouver dans le sang. En comparant la toxicité de l'acétylène à celle du gaz de l'éclairage, les expériences ont permis de montrer que ce dernier gaz est beaucoup plus toxique que l'acétylène. — MM. **Héricourt et Ch. Richet** ont étudié, avec l'aide de plusieurs médecins, les effets de la sérothérapie dans le traitement du cancer. Les injections de sérum chez les malades diminuent les douleurs; les plaies se détergent et la cicatrisation peut se pousser très loin; les tumeurs diminuent de volume et dans les cas même les moins favorables, l'évolution de la maladie est retardée. Cependant, quoique l'état s'améliore, l'amélioration ne va pas jusqu'à la guérison. — M. **Félix Bernard** décrit un lamellibranche nouveau, *Scioberetia australis*, commensal d'un échinoderme, le *Tripylus excavatus* Phil., provenant des collections recueillies par l'expédition du Cap Horn en 1882-1883. Grâce à l'état de bonne conservation, l'auteur a pu faire aussi l'anatomie de ce mollusque dont la branchie est un des organes les plus intéressants. — M. **Noguès** s'est occupé de l'âge des terrains à lignites du Sud du Chili : le groupe d'Arauco, équivalent chilien du groupe de Laramie et de Chico-Tejon de l'Amérique du Nord.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 15 Octobre 1895.

M. **Hanriot** présente le rapport de la Commission du prix Alvarenga. — M. **Henrot** insiste sur le fait que la pénétration des germes du paludisme a lieu surtout par les voies aériennes. Il propose l'adoption de masques-respirateurs chargés d'ouate, d'amiante, de charbon pulvérisé ou d'éponge humide, et il désirerait voir faire de nombreuses expériences à ce sujet. — M. **Daremberg** continue ses expériences sur la me-

sure de la toxicité comparée des diverses boissons alcooliques par l'injection intra-veineuse chez le lapin; il conclut que le vin semble être proportionnellement plus toxique que l'eau-de-vie et que les sels de potasse introduits normalement ou artificiellement dans le vin peuvent être redoutables. — M. **L. Prunier** présente une étude comparée des formes sous lesquelles le soufre est employé en médecine. Le soufre ordinaire ou cristallisé est moins actif que le soufre en fleur et surtout que le soufre précipité et lavé. Cela tient à ce que ces deux dernières variétés contiennent un composé de nature différente, mais d'activité marquée: le persulfure d'hydrogène; celui-ci disparaît peu à peu en dégageant de l'hydrogène sulfuré. Les combinaisons de soufre et d'iode paraissent devoir présenter le soufre dans des conditions favorables aux applications médicales. — On a récemment attribué aux tiques ou ixodes, grands Acariens parasites, la propagation d'une maladie très répandue chez les ruminants américains: la fièvre du Texas; on regarde également ces insectes comme la cause d'une maladie grave de l'homme: l'ixodisme. M. **P. Mégnin**, qui a spécialement étudié ces parasites, s'élève contre le rôle pathogénique qu'on veut leur faire jouer, et montre, au contraire, qu'ils sont des plus inoffensifs.

Séance du 22 Octobre 1895.

M. **Nicaise** donne lecture du discours qu'il a prononcé, au nom de l'Académie, aux obsèques du baron Larrey. — M. **Hervieux** lit le « Rapport général sur le service de la vaccine en France en 1894.» — M. **A. Robin** lit le rapport de la Commission du prix Perron. — M. **Laveran** lit le rapport de la Comission du prix Adrien Buisson. — M. **Péan** communique l'observation d'un cas de rhinosclérome ayant pris une énorme extension. Il pratiqua l'ablation totale du nez, de la cloison des fosses nasales, des cornets, des méats et des sinus maxillaires et ethmoïdaux. On laissa la plaie se cicatriser et on remplaça ensuite les parties enlevées par un appareil prothétique, dû à M. Michaels. — M. **E. Nocard** fait une communication sur la sérothérapie du tétanos. Il conclut que, si le traitement curatif du tétanos est encore à trouver, on pourrait, du moins, grâce aux injections préventives de sérum antitoxique, réduire, dans une large mesure, le nombre des victimes de cette terrible maladie. — M. le Dr **Audain** (d'Haïti) envoie l'observation d'un cas de hernie lombaire congénitale. — M. le Dr **Poncet** signale deux nouveaux cas d'actinomycose humaine. — M. le Dr **Abadie** lit un mémoire sur le traitement du glaucome chronique simple.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 19 Octobre 1895.

M. **Féré** rapporte un fait qui témoigne en faveur de l'influence des chocs moraux sur les intoxications: chez un individu qui supportait de hautes doses de belladone, la tolérance cessa complètement à la suite d'une émotion vive pour faire place à une intoxication aiguë. — M. **Féré** communique le résultat de ses recherches sur la sensibilité de la pulpe des doigts en rapport avec leur empreinte. — M. **Rousseau** montre que les altérations pulmonaires qu'il avait signalées chez des lapins thyroïdectomisés se retrouvent, en général, chez la plupart des lapins normaux. — MM. **Chauveau** et **Pillet** font remarquer que les lésions de cirrhose tuberculeuse et vermineuse sont très fréquentes chez les animaux fournis aux laboratoires. — M. **Dastre** expose de nouveaux faits relatifs à la digestion de la gélatine par les solutions salines. — M. **Kaufmann** a pratiqué de nouveau l'extirpation du foie ou son élimination par ligature et a constaté que la quantité de sucre diminuait dans le sang; au contraire, quand on enlève seulement l'intestin, elle ne se modifie pas. Ces recherches confirment les idées antérieures de l'auteur sur la fonction hyperglycémique du foie. — M. **Grimbert** a constaté la présence du coli-bacille en assez fortes proportions dans la bouche d'individus sains. — M. **Dareste** montre la photographie d'une monstruosité rare chez les oiseaux; il s'agit de deux sujets (embryons de poulets) unis par la cavité thoracique.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

J. Normand Lockyer, F. R. S. — **Sur le nouveau gaz extrait de l'uraninite.** (*Seconde note à la Société.*) — « Depuis l'envoi de ma communication sur le gaz extrait de l'uraninite (bröggerite) [1], j'ai suivi la méthode décrite dans plusieurs directions, en particulier pour déterminer si le spectre du gaz indique une origine simple ou complexe. J'ai été conduit à faire cette recherche spéciale par suite de la différence entre la fréquence de l'apparition dans la chromosphère solaire de D_3 et celle des autres raies indiquées dans la première communication. Par exemple, si on prend les raies D_3, 4.471 et 4.302, les fréquences sont, d'après M. Young, dans les rapports :

D_3	100 (maximum
4471	100 —
4302	3 —

On aurait donc le droit de supposer que D_3 et 4.471 sont dues au même gaz, tandis qu'il est probable que 4.302 doit son origine à un gaz différent. Mais une nouvelle expérience m'a donné un cas dans lequel D_3 apparaît brillante, tandis que 4.471 est entièrement absente. Je puis aussi ajouter qu'une raie aussi importante que 4.471, celle de 4026,5, avec la dispersion employée, apparaît dans le spectre de la bröggerite, et que ces deux raies sont larges et floues, comme les raies de l'hydrogène et qu'elles semblent être renversées. La raie 4.026,5 n'a pas été indiquée par M. Young, bien que, comme il a été dit, la fréquence des apparitions de 4.471 représente le maximum; en outre, l'intensité de ces raies dans les spectres des étoiles les plus chaudes n'est pas surpassée même par celle des raies de l'hydrogène. Par suite, on ne peut plus continuer à admettre qu'elles représentent le même gaz. De plus, j'ai photographié une raie à 4.388, qui semble coïncider avec une autre raie importante pour les mêmes étoiles. Qu'elles proviennent d'une même source ou de deux, nous avons, dans ces trois raies vues avec D_3 dans le gaz extrait de la bröggerite, les raies les plus importantes du spectre des étoiles du groupe III, qui est le seul où nous trouvions D_3 renversée. Si ces résultats venaient à être confirmés, l'importance du gaz ou des gaz qu'elles représentent, à une certaine période de l'évolution des soleils et des planètes, se déduira de la photographie de Bellatrix. Autre est le cas d'une raie à λ 667; elle est associée à D_3 dans la bröggerite et la clévéite, mais la raie jaune a été fournie par la monazite sans λ 667. Il est ainsi presque certain que ces deux raies représentent deux gaz. On ne pourra arriver à une certitude que quand on aura obtenu une plus grande quantité de gaz. D'autre part, la raie rouge à λ 657,5, voisine de C, citée dans ma précédente communication, a été vue à la fois avec la gummite et avec la bröggerite; mais dans un cas (gummite), on l'a vue sans D_3, et dans l'autre, avec D_3; dans un cas (bröggerite), sans λ 614, et dans l'autre, avec elle. Les conclusions précédentes subsistent donc ici. La raie λ 614, qui coïncide peut-être avec une raie de la chromosphère, a été observée avec la gummite et la bröggerite. On l'a vue *avec* D_3 (dans la bröggerite) et *sans* elle (dans la gummite). J'en ai dit assez pour indiquer que ces constatations préliminaires mènent à penser que le gaz extrait de la bröggerite par ma méthode a une origine complexe. Je vais maintenant montrer que la même conclusion subsiste pour les gaz extraits par les professeurs Ram-

[1] Voir *Rev. gén. des Sc.* du 30 octobre 1895, page 952.

say et Clève de la clévéite. Les déterminations finales des raies du gaz tiré de la clévéite par MM. Ramsay et Clève n'ayant pas encore été publiées, je prends celles qu'ont données M. Crookes et M. Clève, d'après Thalèn. Ce sont les suivantes, sauf la raie jaune :

CROOKES	THALÈN
.....	6677
568,05	....
566,41	....
516,12	....
.....	5048
.....	5016
500,81	....
.....	4922
480,63	....
.....	4713,5

Le résultat le plus précis et le plus frappant obtenu jusqu'ici est que, dans les spectres des minéraux qui donnent la raie jaune que j'ai examinés jusqu'ici, je n'ai pas encore vu une seule fois les raies indiquées par MM. Crookes et Thalèn dans le bleu. Ceci prouve que le gaz extrait de certains échantillons de clévéite par des méthodes chimiques diffère beaucoup de celui qu'on tire, par ma méthode, de certains échantillons de bröggerite; le spectre du gaz extrait de la clévéite étant, au point de vue des raies bleues, plus complexe que celui du gaz de la bröggerite, le gaz lui-même ne peut être plus simple. Les lignes bleues elles-mêmes, au lieu d'apparaître *en bloc*, varient énormément dans le soleil, les apparitions se produisant :

4922 (4921.3) = 30 fois
4713 (4712,5) = 2 fois

Ce ne sont pas les seuls faits qu'on puisse alléguer en faveur de l'idée que le gaz provenant de la clévéite est aussi complexe que celui de la bröggerite; mais tandis que, d'une part, l'idée de la nature simple des gaz obtenus par les professeurs Ramsay et Clève et par moi-même doit être abandonnée, si l'on s'appuie sur les raies spectrales, les observations que j'ai déjà faites sur divers minéraux, indiquent que les gaz qui composent les mélanges ne sont nullement les seuls que nous puissions espérer obtenir. Cette partie des recherches sera étudiée plus spécialement dans une communication subséquente. Je puis remarquer, pour conclure, que, dans cette étude préliminaire, on n'a fait aucun essai pour séparer les gaz qui pourraient être nouveaux des gaz connus qui se produisent en même temps qu'eux; par suite les raies sont, dans certains cas, très fines, et l'emploi des fortes dispersions est impossible. Les longueurs d'onde, surtout dans le spectre visible, ne sont qu'approximativement connues; mais l'opinion que nous avons réellement affaire à des gaz qui jouent un rôle dans l'atmosphère solaire est corroborée par le fait que, des soixante raies qui jusqu'ici ont été observées comme nouvelles dans les minéraux examinés, la moitié environ se trouve au voisinage des longueurs d'onde assignées aux raies de la chromosphère dans la table d'Young. Je sais qu'on a récemment attribué au fer la plupart des raies de la chromosphère (Scheiner); mais je crois que ce résultat ne repose pas sur des comparaisons directes, et qu'il est entièrement opposé aux conclusions qu'on doit tirer des travaux des observateurs italiens aussi bien que des miens propres.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Septembre 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. le Vice-Président rend hommage à la mémoire de feu le Prof. **D. Bierens de Haan**, décédé dans les vacances d'été. — M. **J. de Vries** s'occupe du théorème d'addition des intégrales elliptiques. En suivant le chemin tracé par Abel, il trouve les relations entre les limites supérieures de quatre intégrales elliptiques de première espèce, à l'aide de la courbe variable $y = ax^2 + bx + c$. Pour $c = 1$, le théorème d'addition de trois intégrales se présente. Pour la somme de trois intégrales de seconde espèce, il trouve $-k^2 x_1 x_2 x_3$, les limites supérieures x_1, x_2, x_3 étant liées par les mêmes relations que celles des intégrales de première espèce. Même la somme de trois intégrales de la forme :

$$o\int^{x_i} \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}$$

se réduit à une expression simple. — M. **G. van Diesen** fixe l'attention sur une carte de la Hollande septentrionale en possession de l'Académie, de grande signification par rapport à la question du mouvement rétrograde de la côte. — M. **P.-H. Schoute** présente un mémoire de M. **J.-C. Kluyver**, intitulé : « Sur une surface minima à connexion double. » Sont nommés rapporteurs : MM. W. Kapteyn et Schoute.

2° Sciences physiques. — M. **H. Kamerlingh Onnes** communique les expériences de M. **A. Lebret**, faites au laboratoire physique de Leide, « sur la variation avec la température de l'effet de Hall et de la résistance électrique du bismuth. » Les températures extrêmes étaient —74° et + 247°. Dans l'un des spécimens, l'effet de Hall avait un maximum à —20°, dans l'autre, le maximum se serait montré probablement à une température plus basse. La résistance électrique d'une spirale de bismuth fondue dans un tube de verre fut examinée entre les mêmes limites de température. — Sur le désir de MM. **Cohn** de Strasbourg et **P. Zeeman** de Leide, M. Onnes présente un mémoire « sur la propagation des ondes électriques dans l'eau ». Le résultat de ce travail se résume dans les deux théorèmes suivants. En variant le nombre des vibrations de 27 à 97 millions à la seconde, l'indice de réfraction reste le même; donc, il n'existe pas de dispersion. Pour des vibrations de moins de 100 millions à la seconde, il y a égalité entre la constante diélectrique, mesurée par les méthodes statiques, et le carré de l'indice de réfraction. Ensuite, M. Onnes communique encore une « détermination de l'indice de réfraction du platine incandescent », faite au laboratoire de Leide, par M. **P. Zeeman**. Au moyen du compensateur de Babinet, on a constaté que la variation de l'indice avec la température ne saurait être que très petite. Enfin, M. Onnes présente un travail de **W. van Bemmelen** sur « la représentation graphique générale de la variation séculaire de la déclinaison du magnétisme terrestre » et la thèse de M. **A. Lebret** : Mesures du phénomène de Hall dans le bismuth. — Au nom de MM. **C.-A. Lobry de Bruyn** et **W. Alberda van Ekenstein**, M. **A.-P.-N. Franchimont** présente une note « sur la transformation réciproque du glucose, du fructose et du mannose sous l'influence des alcalis ». Dans chacune des réactions, le fructose est le produit intermédiaire. Cependant, un vrai équilibre n'est jamais produit parce qu'en même temps il se forme un acide. Toutes ces transformations se présentent comme des transpositions intramoléculaires d'atomes. Le mannose fut reconnu sous forme d'hydrazone et de méthyl mannoside, le glucose sous celui de méthyl glucoside et d'acide saccharique. Le fructose fut séparé comme fructosate de calcium. Les détails des recherches se publieront sous peu dans le *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*. — M. **E. Mulder** présente un travail de lui-même et un mémoire de M. **J. Heringa**.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Kamerlingh Onnes** présente un travail de M. **V. Becker** : *les Recherches géologiques récentes dans le diluvium du Brabant septentrional et du Limbourg*. — M. **B. Stokvis** offre la seconde partie du tome second de son *Geneesmiddelleer* (Manuel des médicaments). — M. **P.-P.-C. Hœk** présente son *Guide zoologique, communications diverses sur les Pays-Bas* et le *Bulletin du 3e Congrès international de Zoologie à Leide*.

P.-H. Schoute.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE PLACENTA DES CARNASSIERS

D'APRÈS M. LE PROFESSEUR MATHIAS-DUVAL

Bien que depuis longtemps l'Anatomie comparée nous ait appris que tous les organes de l'homme sont, sans exception, représentés à des degrés divers dans un ou plusieurs autres animaux, les anthropologistes et les médecins praticiens pensent et agissent encore comme si l'homme constituait un être absolument isolé du reste de l'animalité. Ainsi qu'aux siècles passés, les accoucheurs continuent à voir dans le placenta de notre espèce un organe à structure spéciale sans analogue chez les autres Mammifères. Sans nier que ce placenta offre des variations et des adaptations particulières, on peut néanmoins affirmer qu'il se ramène incontestablement à l'un des plans généraux qu'on peut observer chez les Quadrupèdes.

La recherche de ses relations, éclairée par l'Anatomie comparée, n'offre pas seulement un intérêt philosophique : il importe même au praticien de les connaître. Toute recherche susceptible d'éclairer le problème doit, à ce double titre, fixer l'attention. Pour cette raison, il nous paraît utile d'indiquer aux lecteurs de la *Revue* les enseignements qui se dégagent d'un récent Mémoire de M. Mathias-Duval sur le placenta des Carnivores [1]. Nous avons déjà décrit ici même les recherches de l'éminent professeur sur le placenta des Rongeurs [1]. Des différences existent entre ces deux groupes d'animaux; il sera intéressant de les signaler, puis de chercher à nous représenter, par la synthèse d'observations diverses, les types variés de placentation dans la classe des Mammifères, et celui qui est commun à certains de ces animaux et à l'homme.

Comme pour les Rongeurs, M. Mathias-Duval a étudié la formation placentaire des Carnivores à tous les stades, depuis sa première apparition jusqu'à son complet achèvement [2]. Au sujet des premiers développements de l'œuf (*Chien et Chat*), il fait remarquer que, de même que chez les Rongeurs, toute la portion de l'ectoderme qui n'a pas pris part à la formation de l'embryon continue à s'accroître : elle donne lieu à la *membrane séreuse* ou *chorion*, et une série de plis se développe et contribue à former une double enveloppe : l'une interne ou *amnios*, l'autre externe ou *chorion*.

D'autre part, on voit se produire une évagination de la partie postérieure de l'intestin sous la forme d'une vésicule appelée *allantoïde*. L'allantoïde, accompagnée des deux artères allantoï-

[1] *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, années 1893-1895. Avec 46 figures dans le texte et un Atlas de 13 planches en taille douce.

[1] Voir cette *Revue*, 30 juillet 1892, n° 14, p. 503 et suivantes.

[2] Si ce mémoire sur les Carnivores a paru après celui des Rongeurs, c'est qu'il a fallu plus de temps pour avoir la collection des pièces sériées. Il est en effet difficile de faire reproduire les chiennes et les chattes conservées en captivité.

diennes (plus tard ombilicales), s'étend rapidement et vient s'appliquer contre la face interne du chorion, à laquelle elle apportera des vaisseaux.

Il nous faut insister sur les points suivants, qui sont particuliers aux Carnivores, et rendent compte de la forme spéciale de leur placenta.

Le chorion se couvre de courtes villosités sur toute la surface de l'œuf, sauf aux deux extrémités, aux deux pôles, qui restent lisses. Les villosités choriales manquent également dans la région qui prend part à la formation des replis amniotiques. La région recouverte de courtes villosités dessine ainsi une zone ou ceinture enveloppant largement l'équateur de l'œuf. Comme le placenta ne se formera que dans cette région villeuse, il aura lui-même la forme zonaire, figurant une bande autour de l'équateur de l'œuf. L'*allantoïde*, en s'étendant dans la cavité cœlomique, n'atteint pas les deux pôles de l'œuf et se limite, ou à peu près, à la zone villeuse du chorion. Aussi le placenta ne se produira-t-il que suivant cette zone.

La forme du placenta, caractéristique chez les Carnivores, résulte ainsi de deux faits, à savoir : 1° ce fait que le chorion ne développe de villosités et ne contracte d'adhérence avec l'utérus que selon une bande en ceinture qui laisse libres les deux extrémités de l'œuf; 2° ce fait que l'allantoïde lui-même n'apporte de vaisseaux qu'à la région adhérente du chorion.

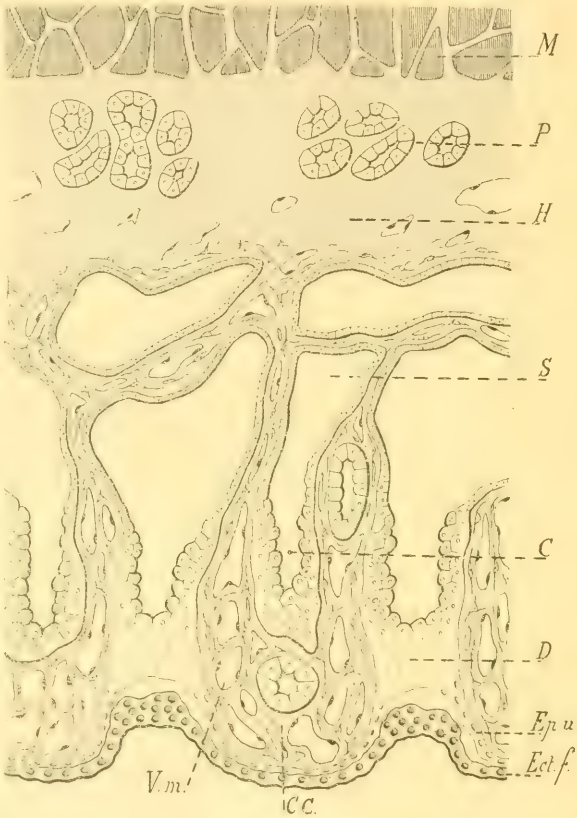


Fig. 1. — *Section de l'utérus, chez la chienne, au moment de la gestation.* — *M*, musculeuse; *P*, couche des glandes permanentes; *H*, couche homogène; *S*, couche spongieuse; *C*, couche compacte; *D*, couche des détritus; *Ep. u.*, épithélium utérin; *Ect. f.*, ectoderme fœtal; *CC*, couche des capillaires; *Vm*, vaisseaux maternels.

I. — Développement du placenta.

Muqueuse utérine. — Après avoir considéré les phénomènes évolutifs qui ont lieu dans les membranes de l'œuf, voyons, sur la chienne, les modifications que subissent les tissus de l'utérus.

Déjà, à l'époque du rut, toutes les couches de l'utérus augmentent d'épaisseur; mais c'est surtout sa muqueuse qui présente une hypertrophie considérable. Les glandes utérines, qui existent déjà chez la chienne vierge, s'allongent énormément (*glandes longues*); de plus, de nouveaux tubes épithéliaux se forment dans leur intervalle : ce sont les glandes *courtes*, désignées sous le nom de *cryptes*.

Aussi convient-il, dès le début de la gestation, de considérer *trois* couches distinctes dans la muqueuse utérine, au niveau de chaque renflement utérin (fig. 1) : 1° une couche *profonde*, c'est-à-dire voisine de la musculeuse (M) renfermant l'extrémité ou fond des glandes permanentes (P); 2° une *couche moyenne* (H), d'aspect homogène, formée essentiellement de tissu conjonctif embryonnaire; 3° une couche *superficielle* ou *couche des cryptes* (S), dans laquelle le tissu conjonctif embryonnaire est parcouru de vaisseaux capillaires. Cette dernière est recouverte elle-même par une assise de cellules épithéliales de forme cubique.

Les modifications les plus remarquables qui vont survenir se produisent dans la couche des cryptes. Les glandes (longues et courtes) qu'elle renferme se dilatent peu à peu et lui donnent un aspect spongieux; d'où le nom de *couche spongieuse* (S). De plus, l'épithélium de ces glandes s'hypertrophie, de façon que leur embouchure est obstruée par un amas cellulaire (C et D).

En même temps, l'épithélium de la surface utérine (*Ep. u.*) devient pâle, homogène; ce sont là les premières indications de l'atrophie de l'épithélium, atrophie qui va aboutir à sa résorption et à sa disparition ultérieure, partout où il sera en contact avec le chorion fœtal.

Pendant que ces modifications ont lieu dans les glandes et dans l'épithélium utérin, la portion superficielle du derme de la muqueuse se vascularise de plus en plus, grâce au développement des capillaires; ceux-ci deviennent si abondants qu'ils sont pressés les uns contre les autres et séparés seulement par un peu de substance amorphe (C C). C'est ainsi que prend naissance la *couche des capillaires* (*V m*), au-dessus de laquelle l'épithélium utérin dégénère et tend à disparaître en se résorbant.

Telles sont les transformations que l'on peut constater dans la muqueuse utérine depuis le début jusque vers le 18e jour de la gestation, laquelle est de 60 jours en moyenne.

Chorion fœtal. — *Du côté de l'œuf*, l'ectoderme du chorion, formé d'une assise unique de cellules cubiques (*Ect. f.*), s'unit de plus en plus intimement à la muqueuse utérine; par places, on voit les cellules ectodermiques se diviser et se superposer sur deux rangs. Il se forme, par ce procédé, de véritables végétations ectodermiques qui, en s'allongeant, s'insinuent dans la muqueuse utérine. Telles sont les premières indications de la manière dont l'ectoderme se fixera sur la muqueuse en la pénétrant par une série de prolongements cellulaires. Elles seront l'origine de l'ectoplacenta.

Sauf de légères variations, l'évolution de l'œuf et de l'utérus est la même chez la *chienne* et chez la *chatte* au début de la gestation, c'est-à-dire avant que le chorion contracte des adhérences.

II. — Période de fixation.

Muqueuse utérine. — Chez la *chienne*, à mesure que l'épithélium disparaît, les glandes courtes ou cryptes et le tissu conjonctif interglandulaire sont le siège de transformations nombreuses (fig. 2). Le fond ou partie profonde des cryptes s'étend considérablement et les lumières glandulaires se dilatent, de façon à accentuer l'aspect spongieux (S) dont nous parlions plus haut. Dans la partie moyenne des cryptes, l'épithélium glandulaire se multiplie, sans dilatation du canal. Bientôt on voit disparaître la lumière du canal, qui est rempli par un épithélium à grosses cellules (*couche compacte* C). Enfin, du côté libre de la muqueuse, vers les embouchures des glandes, ces grosses cellules se fusionnent et dégénèrent en une masse homogène, qui oblitère la lumière (*couche des détritus glandulaires* D, fig. 1 et 2).

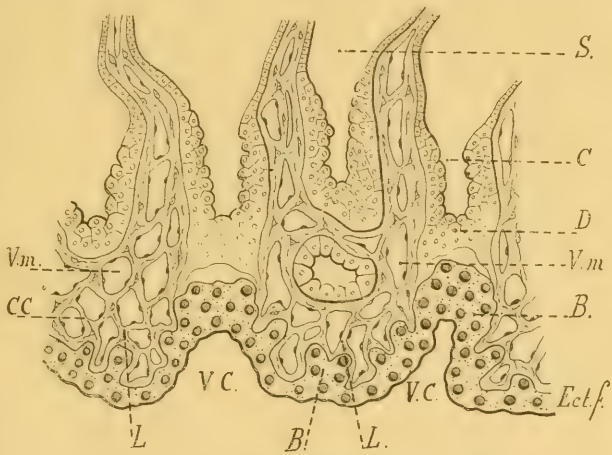


Fig. 2. — *Portion de l'utérus de la chienne à la période de fixation de l'œuf.* — S, couche spongieuse; C, couche compacte; D, couche des détritus; CC, couche des capillaires renfermant les vaisseaux maternels (*Vm*); L, lobes; *Ect. f.*, ectoderme fœtal; VC, villosités choriales; BB, bourgeons ectodermiques interplacentaires à leur début.

Dans l'intervalle des cryptes, le tissu conjonctif interglandulaire subit une vascularisation de plus en plus prononcée. Les vaisseaux sanguins sont accompagnés de tissu conjonctif jusqu'au niveau de la couche spongieuse; mais, à mesure que les capillaires se multiplient en montant dans les cloisons interglandulaires, on voit le tissu conjonctif diminuer et disparaître presque complètement (*Vm*). Au niveau de la couche des détritus glandulaires, les capillaires deviennent de plus en plus serrés et abondants et forment une couche vasculaire superficielle qui déborde l'embouchure oblitérée des

cryptes (CC). C'est à la surface de cette couche des capillaires que vient s'appliquer l'ectoderme fœtal, qui se substitue à l'épithélium utérin et constitue un revêtement nouveau à la muqueuse.

La couche des capillaires (CC) est uniquement composée de vaisseaux placés côte à côte; leur ensemble représente une substance spongieuse, dont les mailles correspondent à la lumière des capillaires sectionnés; entre ces capillaires, il n'y a aucun des éléments du tissu conjonctif, ni cellules, ni fibres. Dans la paroi de ces capillaires, formés de cellules endothéliales, commence à apparaître une disposition qui, plus tard, s'accentuera bien davantage, à savoir : l'augmentation de volume des noyaux cellulaires et leur saillie dans la lumière du vaisseau.

Chorion fœtal. - Du côté de l'œuf, on assiste à des changements morphologiques parallèles aux précédents. A mesure que la couche des capillaires utérins s'épaissit dans l'intervalle de l'embouchure des cryptes, l'ectoderme du chorion fœtal est soulevé au même niveau par ces saillies vasculaires; mais, en regard de l'embouchure même des glandes, l'ectoderme reste appliqué à la surface des détritus glandulaires. Il en résulte une *série* de saillies ou *lobes* (L. L.) et *d'excavations* (V. C.) qui alternent régulièrement à la muqueuse.

Tant que le mode de développement de ces parties restait ignoré, il était difficile, sinon impossible d'établir la part qui revient aux saillies ou aux excavations dans l'édification placentaire. Il est nécessaire cependant de dire immédiatement que les saillies ou lobes (L) qu'on regardait comme restant constitués uniquement par du tissu maternel, portaient le nom de *villosités maternelles*, tandis que les excavations s'appelaient les *villosités choriales* (V.C).

Jusqu'à M. Mathias-Duval, on pensait que le placenta résultait de la pénétration ou de l'enchevêtrement de ces deux sortes de villosités.

Partout où l'ectoderme du chorion est en contact avec la surface de la couche des capillaires, il pousse des bourgeons cellulaires (B, B), comme cela se passe, par exemple, dans le développement des glandes. Ces bourgeons ectodermiques s'allongent, s'insinuent dans l'intervalle des parois vasculaires et se moulent sur les dépressions dessinées entre les capillaires les plus superficiels. Il en résulte une sorte d'engrènement entre la couche des capillaires utérins et l'ectoderme fœtal, engrènement qui produit la fixation solide et définitive de l'œuf à la muqueuse utérine. Le tissu qui se développe de cette façon est donc composé d'éléments d'origine maternelle (capillaires), et d'origine fœtale (ectoderme interposé). Bientôt les cellules ectodermiques se fusionneront en une masse homogène parsemée de noyaux, comme chez les Rongeurs; c'est le *plasmode ectodermique*.

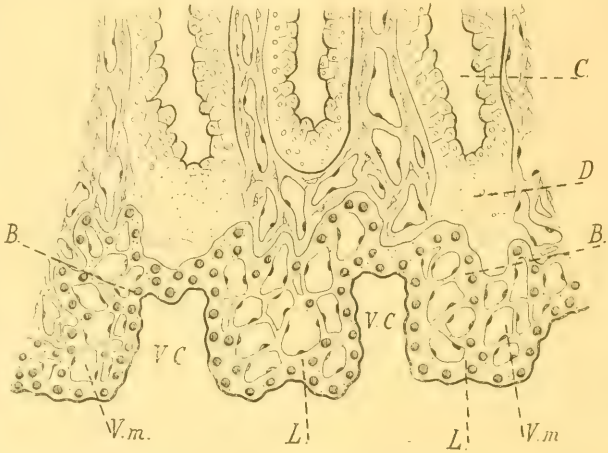


Fig. 3. — *Formation de l'angio-plasmode chez la chienne.* — *C*, couche spongieuse; *D*, couche des détritus; *B B*, bourgeons ou saillies ectodermiques interplacentaires; *Vm*, vaisseaux maternels des lobes (*L*); *Pl*, angio-plasmode; *VC*, villosités choriales.

Chez la *chatte*, on observe des modifications analogues : l'épithélium des cryptes s'hypertrophie, sans que les couches ainsi formées arrivent à oblitérer la lumière glandulaire. Plus tard cet épithélium hypertrophié tombera également en détritus. Ici comme chez la chienne, l'embouchure des glandes disparaît non seulement à cause de bouchons épithéliaux, mais en raison de ce fait que le tissu conjonctif immédiatement sous-jacent à l'épithélium utérin prolifère, forme une couche qui déborde les embouchures glandulaires et constitue la limite superficielle continue de la muqueuse utérine. Autrement dit, la face libre de la muqueuse utérine a un aspect lisse, de sorte que l'ectoderme du chorion s'y étale en lame continue; on ne voit plus, chez la chatte, ces prolongements ou villosités creuses qui, chez la chienne, s'avancent du côté de l'embouchure des glandes.

La muqueuse utérine de la *chatte* présente une autre différence : à mesure que l'épithélium utérin

disparaît, la couche superficielle de la muqueuse est constituée, non point uniquement par un lacis de capillaires maternels, mais par une trame de tissu conjonctif jeune parcouru de nombreux capillaires. Chez la chatte, l'ectoderme fœtal vient donc reposer sur une couche maternelle formée alternativement de capillaires et de cellules conjonctives.

En un mot, le tissu utérin sur lequel vient se greffer le chorion forme, chez la chienne et la chatte, la couche superficielle de la muqueuse hypertrophiée; mais, chez la chatte, les vaisseaux maternels sont soutenus par une trame conjonctive, tandis que, chez la chienne, il y a exubérance des capillaires et disparition plus ou moins complète du tissu conjonctif qui leur est interposé.

III. — Formation de l'angio-plasmode placentaire.

L'ectoderme qui tapisse les villosités creuses ne prend nulle part à la formation du plasmode. Au niveau des lobes, au contraire, les bourgeons cellulaires, dont nous avons indiqué plus haut le début, prolifèrent et s'insinuent de plus en plus profondément entre les capillaires utérins : c'est ainsi que prennent naissance les *saillies ectodermiques interplacentaires* (B, B, fig. 3); ces saillies pénètrent entre les capillaires superficiels et les entourent plus ou moins complètement. Le tissu nouveau (*Pl*) qui se développe de cette façon résulte donc d'une part de l'enchevêtrement des *capillaires d'origine maternelle*, parcourus par le *sang maternel*, et, de l'autre, des saillies ectodermiques fœtales. Pour ce motif M. Mathias-Duval l'appelle *angio-plasmode*.

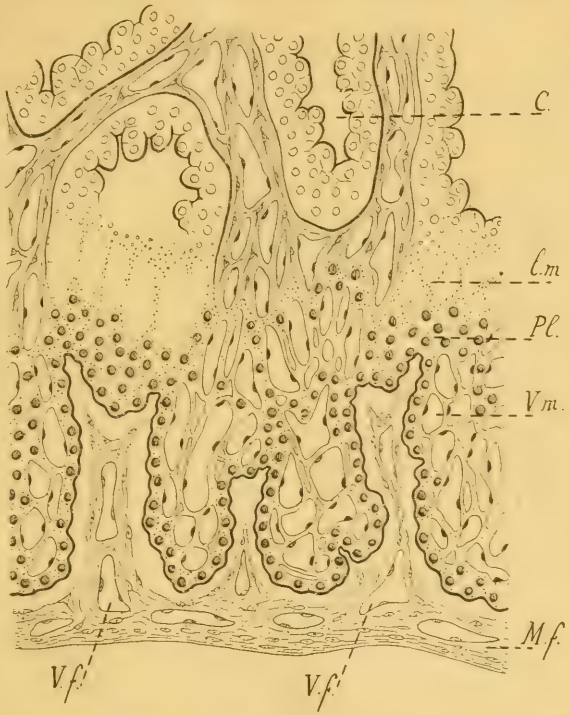


Fig. 4. — *Achèvement de l'angio-plasmode chez la chienne.* — *C*, couche compacte; *Vm*, vaisseaux maternels; *Pl*, angio-plasmode; *Mf*, mésoderme fœtal avec les vaisseaux fœtaux (*Vf*); *lm*, lamelles mésentériformes.

Un processus analogue préside à la formation de l'ectoplacenta des Rongeurs [1]; mais l'évolution ultime est différente chez les Carnivores. Chez les Rongeurs, les capillaires maternels, enveloppés par ce plasmode, perdent leurs parois endothéliales et se transforment ainsi en sinus creusés dans la substance plasmodiale (sinus ou canaux et canalicules sangui-maternels); chez les Carnivores (*chienne*), au contraire, les capillaires maternels conservent leurs parois propres endothéliales. L'ectoplacenta des Rongeurs n'est constitué que par des éléments anatomiques fœtaux, avec du sang maternel; l'ectoplacenta des Carnivores est formé par des éléments fœtaux et par des éléments maternels, à savoir la paroi endothéliale des vaisseaux utérins. Le plasmode placentaire, outre le sang maternel, contient donc ici des parois vasculaires d'origine également maternelle.

Cette édification ectoplacentaire s'étend rapidement; c'est ainsi qu'au vingt-quatrième jour le tiers de la couche des capillaires est envahi par les poussées plasmodiales de l'ectoderme, et les cloisons plasmodiales arrivent jusqu'au niveau de la couche des détritus glandulaires.

L'angio-plasmode de la *chatte* se développe d'une façon analogue, si ce n'est au début; en effet, chez la chatte, l'ectoderme pénètre dans la muqueuse non pas sous forme de petites saillies intercapillaires, mais par de grosses poussées qui se ramifient largement, comme chez la lapine.

[1] Voyez la *Revue* du 30 juillet 1892, loc. cit.

IV. — Achèvement et remaniement de l'angio-plasmode.

Comme chez les Rongeurs, l'achèvement de l'angio-plasmode se fait grâce à la pénétration des vaisseaux fœtaux (fig. 4).

Du trentième au trente-deuxième jour, les vaisseaux allantoïdiens (*Vf*), accompagnés de tissu conjonctif embryonnaire (*Mf*), après s'être étendus sur la face fœtale de l'ectoderme, c'est-à-dire de l'angio-plasmode, émettent, de distance en distance, des prolongements qui y pénètrent et les subdivisent en une série de lamelles secondaires. Au trente-cinquième jour, chaque lobule est ainsi pénétré dans toute son intimité par des cloisons mésodermiques fœtales (*Vf*) qui le décomposent en un grand nombre de travées d'angio-plasmode anastomosées les unes avec les autres. Cette formation compliquée mérite le nom de *complexus labyrinthique*.

Au contact de l'angio-plasmode, le tissu conjonctif de l'utérus disparaît peu à peu en se résorbant. Il y a là une substitution graduelle des formations fœtales aux formations maternelles, les premières augmentant d'épaisseur à mesure que les secondes s'amincissent et se détruisent.

Pendant le remaniement de l'angio-plasmode, toutes les couches des formations utérines situées au-dessus de la couche spongieuse sont graduellement résorbées; les culs-de-sacs glandulaires de la couche spongieuse se transforment en d'immenses cavités, séparées par des cloisons minces ou lamelles mésentériformes (*lm*), et, comme les parois supérieures de ces cavités sont également résorbées, les formations fœtales arrivent à reposer sur les extrémités libres des lamelles mésentériformes et à n'adhérer qu'en ces points seulement aux tissus maternels. Ce sont les parties profondes des lobules d'angio-plasmode qui s'attachent en ces points, les arcades ectodermiques venant correspondre aux grandes cavités de la couche spongieuse et en former le couvercle. Pendant ce temps l'angio-plasmode a été remanié par la pénétration du mésoderme et des vaisseaux allantoïdiens, de telle sorte qu'il a été graduellement décomposé en lamelles labyrinthiques, lesquelles sont formées d'un réseau de capillaires maternels, sur les deux faces duquel est étalée une couche de plasmode. Les capillaires fœtaux rampent dans les interstices des lamelles labyrinthiques.

Les lamelles labyrinthiques sont largement anastomosées les unes avec les autres; pour simplifier on peut réduire tout le placenta en un composé de lamelles dont chacune est formée par un réseau capillaire étalé en un seul et unique plan, réseau qui, sur ses deux faces et dans ses intervalles, est soutenu par du plasmode ectoplacentaire. Qu'on se figure, dit M. Mathias-Duval, un grillage métallique à mailles étroites; que, sur les deux faces de ce grillage, on étende une pâte quelconque, qui remplisse les intervalles du grillage et en englobe complètement les travées, mais de manière à en dessiner cependant la saillie à la surface : on aura ainsi une lame qui schématisera exactement la lamelle labyrinthique.

Chez la *chatte*, l'ectoplacenta pénètre en masse dans la muqueuse utérine, comme chez les Rongeurs; à mesure qu'il s'étend et s'accroît, l'angio-plasmode se substitue peu à peu à la couche des glandes utérines, dont les zones superficielles tombent en détritus et sont résorbées. Mais, chez la chatte, les capillaires maternels qui sont englobés dans la formation ectoplacentaire conservent, comme chez la chienne, leurs parois propres, tandis que ceux des Rongeurs perdent leur paroi endothéliale et passent à l'état de lacune sanguimaternelle.

En quoi les dispositions ci-dessus décrites diffèrent-elles des assertions des auteurs qui se sont occupés du placenta des Carnivores ?

Les auteurs classiques admettent que le placenta des Rongeurs et des Carnivores est formé par la pénétration réciproque des saillies *fœtales* du chorion (villosités creuses ci-dessus décrites) et les saillies de la muqueuse utérine (*villosités maternelles*). Ces dernières seraient uniquement constituées par l'hypertrophie de la muqueuse utérine et continueraient à rester revêtues par son épithélium persistant.

Au contraire, si l'on suit, graduellement et sans interruption, l'évolution des parties fœtales et maternelles, on voit que les soi-disant villosités maternelles sont essentiellement d'origine fœtale; après la disparition de l'épithélium utérin, l'ectoderme du chorion fœtal s'applique sur le tissu utérin dénudé, prolifère et pousse des prolongements (*plasmode*) qui, se substituant aux éléments conjonctifs maternels, englobent les parois des vaisseaux maternels. En un mot, le plasmode ectoplacentaire est tout entier d'origine fœtale, sauf les parois des capillaires utérins : c'est là l'*angio-plasmode*.

Dans l'intervalle des saillies ou lobes plasmodiaux et en regard des glandes utérines, l'ectoderme du chorion fœtal constitue des cavités en doigt de gant (*villosités creuses*), qui ne pénètrent nullement dans les orifices des glandes et ne prennent point part à la formation du placenta.

Plus tard cet angio-plasmode est remanié, grâce à l'arrivée du mésoderme fœtal et des vaisseaux allantoïdiens.

Donc, si nous tenons compte de ces deux faits, — disparition de l'épithélium utérin, contact in-

time des capillaires maternels avec l'ectoplacenta fœtal, — nous pouvons dire : Il n'y a d'interposé entre les capillaires fœtaux (en négligeant le tissu conjonctif très rare qui les entoure) et les capillaires maternels qu'une seule formation : la *couche plasmodiale ectodermique;* c'est-à-dire que, dans le placenta fœtal, là où les vaisseaux maternels et fœtaux viennent s'intriquer, il n'y a, sauf la paroi des capillaires maternels, rien que des formations d'origine fœtale. Ainsi, tandis que le placenta des Rongeurs ne contient absolument aucun élément de tissu d'origine maternelle, le sang maternel circulant, sans parois propres, dans des tubes plasmodiaux ectoplacentaires; chez les Carnivores, le placenta contient des parois vasculaires maternelles, parce que sa formation première est due à un angio-plasmode et non à un plasmode pur.

Ces dispositions essentielles ne sont pas changées quand, plus tard, l'angio-plasmode pénètre dans la profondeur et que les arcades ectodermiques arrivent à faire saillie dans les grandes cavités de la couche spongieuse.

V. — Variété des relations entre les tissus maternels et les tissus fœtaux chez les mammifères.

Les observations de M. Mathias-Duval nous donnent, enfin, des renseignements plus circonstanciés sur les relations des tissus maternels et fœtaux. Jusqu'à lui, on s'était contenté des résultats fournis par les examens en surface et par l'étude histologique de quelques rares stades, pour distinguer : 1° le placenta *diffus* (porc, cheval), chez lequel des villosités simples et courtes s'enfoncent dans des fossettes ou dépressions de la muqueuse hypertrophiée; 2° le *placenta cotylédoné* du bœuf, du mouton, etc., chez lesquels les villosités sont réunies en groupes, formant des saillies ou *cotylédons* qui sont reçus dans des cupules de la muqueuse utérine; 3° le placenta *zonaire* des Carnivores et le placenta *discoïde* des Rongeurs.

D'autre part, on avait constaté que dans les placentas diffus et cotylédoné, il y a, lors de la parturition, séparation des parties fœtales et des parties maternelles, tandis que, pour les placentas zonaire et discoïde, des relations si intimes existent entre les tissus maternels et le chorion qu'il en résulte une déchirure amenant la chute d'une portion de la muqueuse utérine. Il y a ainsi, dans ce dernier cas, une véritable *caduque*, c'est-à-dire qu'une partie de la muqueuse utérine accompagne l'expulsion de l'œuf.

Or, les recherches de mon éminent maître permettent d'affirmer qu'il y a des différences essentielles et plus profondes dans la constitution du placenta chez les divers Mammifères. Actuellement, M. Mathias-Duval a vérifié les données des auteurs qui se sont occupés du placenta des Pachydermes et des Ruminants. Bien que la publication de ces recherches ne soit pas faite, il déclare, dans son travail sur les Carnivores (p. 162), qu'elles sont entièrement d'accord, sauf quelques détails histologiques, avec les descriptions classiques.

Nous pouvons donc d'ores et déjà jeter un coup d'œil d'ensemble sur la constitution variable du placenta chez les divers types de Mammifères. Cette revue nous montrera que le fait essentiel réside, non pas dans la forme de l'organe, mais dans les relations diverses qu'affectent les tissus utérins et fœtaux, permettant des échanges plus ou moins faciles entre le sang de la mère et celui du fœtus.

Chez les Pachydermes (porc, cheval) et les Ruminants (bœuf, mouton), il se forme des villosités choriales, qui pénètrent dans les intervalles de saillies analogues produites sur la muqueuse utérine. La muqueuse utérine devient plus vasculaire au niveau de ces saillies, mais la surface de ces dernières, ainsi que les espaces intermédiaires, restent, pendant toute la durée de la gestation, recouverts par l'épithélium utérin. Le fait fondamental a la même signification, que cet épithélium reste haut et cylindrique, comme chez les Ruminants, ou bien qu'il s'aplatisse comme chez les Pachydermes. Les échanges nutritifs se font donc pour les groupes précédents à travers : 1° l'endothélium des vaisseaux maternels; 2° le tissu conjonctif de la saillie ou villosité utérine; 3° l'épithélium utérin; 4° l'ectoderme de la villosité fœtale; 5° le tissu mésodermique et l'endothélium de la villosité fœtale.

Chez les Carnivores et les Rongeurs, au contraire, l'épithélium utérin disparaît partout où l'ectoderme fœtal vient s'appliquer à la surface de l'utérus. Cet ectoderme fœtal prolifère et développe une épaisse couche plasmodiale, qui reçoit et enveloppe les capillaires émanés des couches maternelles sous-jacentes. La fixation de l'œuf se fait ici au moyen des cellules ectodermiques du fœtus, qui ont englobé les vaisseaux maternels. Plus tard, les vaisseaux fœtaux pénètrent également dans le plasmode.

Chez les Carnivores, les vaisseaux maternels conservent pendant toute la gestation leur paroi propre, de sorte que leur placenta ou *angio-plasmode* résulte d'un enchevêtrement de capillaires maternels et de traînées ectodermiques fœtales. Le sang maternel n'est donc séparé chez eux que par : 1° la paroi endothéliale des capillaires maternels; 2° les cellules ectodermiques du plasmode; 3° la paroi endothéliale des vaisseaux fœtaux entourés d'un peu de tissu conjonctif.

Chez les Rongeurs enfin, les rapports deviennent plus intimes et plus faciles encore, parce que la paroi des vaisseaux maternels disparaît elle-même, partout où elle est circonscrite par les cellules ectodermiques du plasmode, de sorte que le sang maternel circule dans des tubes constitués par le tissu fœtal lui-même (*sinus* ou *lacunes sanguimaternelles*).

On le voit, il s'agit ici, non point de conceptions imaginaires et d'interprétations plus ou moins arbitraires, mais de faits parfaitement positifs et coordonnés d'après l'enchaînement de leurs évolutions successives.

VI. — Origine des éléments du placenta humain.

A la fin de cette étude se pose la question de la valeur des éléments qui constituent le placenta *humain*. Quelle est l'origine, maternelle ou fœtale, des couches cellulaires qui séparent le sang maternel du sang fœtal? Bien que de nombreuses recherches aient été faites sur ce sujet, des opinions aussi nombreuses que contradictoires ont encore cours à l'heure actuelle; ces divergences sont dues à des causes multiples, notamment au mauvais état des matériaux d'étude et à l'examen d'un nombre tout à fait insuffisant de stades évolutifs.

Il est vrai que nous n'aurons des résultats vraiment positifs que le jour où un observateur, après avoir réuni les phases principales du développement du placenta humain, consacrera le temps nécessaire à l'étude de la série complète de pièces depuis l'origine de l'organe jusqu'à sa constitution définitive. Ici, comme pour tous les tissus et formations complexes, l'anatomie et l'histologie de l'un quelconque des stades évolutifs sont impuissantes à nous renseigner suffisamment. Pour définir la nature d'un organe, il est absolument indispensable d'appliquer la technique histologique à l'étude de *tous* les stades de son évolution.

Quoi qu'il en soit, en tenant compte des faits isolés publiés jusqu'à ce jour et des affinités zoologiques qui relient l'homme aux autres Mammifères, on peut donner le schéma suivant de l'origine et de la constitution *probables* du placenta humain :

Une fois que l'œuf est logé dans l'un des replis de la muqueuse hypertrophiée, les villosités du chorion fœtal s'appliquent à la surface de l'épithélium utérin; à son contact, cet épithélium dégénère et disparaît. L'ectoderme qui tapisse les villosités choriales développe de nombreuses assises cellulaires, qui pénètrent dans le tissu conjonctif utérin, et entourent les vaisseaux maternels. Ceux-ci se dilatent en sinus sanguins dont les cellules endothéliales sont conservées comme chez les Carnivores ou disparaissent dans la suite, par résorption, comme chez les Rongeurs.

En un mot, le placenta humain (sérotine) serait essentiellement constitué par du tissu d'origine fœtale, qui aurait végété au-devant des vaisseaux maternels et les aurait englobés dans sa masse.

Ce qui, outre les faits déjà cités, plaide en faveur de cette interprétation, c'est la façon dont se détache le placenta. On sait que, dans le placenta humain, la ligne de séparation passe par la couche spongieuse. Chez les Rongeurs, toute la portion de la sérotine qui a été pénétrée par l'ectoplacenta s'en va également avec le placenta. Un récent travail de H. Strahl montre qu'il en est de même chez la chienne [1]; de plus, ce travail nous fournit des éclaircissements sur le mode de régénération de l'épithélium utérin. Le placenta se sépare chez la chienne d'avec la muqueuse utérine à peu près au milieu de la couche spongieuse, de telle sorte que la moitié profonde de cette couche est conservée, tandis que la moitié superficielle se détache. Les minces lamelles de tissu conjonctif (mésentériformes) qui se trouvent entre les dilatations de la couche spongieuse sont seules mises à nu, c'est-à-dire dépourvues de tissu épithélial, lors de la parturition. Il est vrai que la contraction de l'utérus qui survient après le part réduit ces plaies à des points imperceptibles en même temps qu'elle détermine la formation de nombreux plis.

En un mot, la restauration de la muqueuse utérine a lieu par ce fait que, sur toute la surface dénudée, le fond des glandes utérines persiste. Les portions dépourvues d'épithélium sont d'une étendue si faible qu'il est fort difficile de les découvrir après la rétraction de l'utérus; dès lors, la réparation de ces petites plaies peut se faire avec une très grande facilité.

On voit combien ces études d'Embryologie et d'Histologie comparées sont utiles pour apporter quelque lumière à la question, si importante et encore si obscure, de l'évolution intra-utérine dans l'espèce humaine.

Dr Éd. Retterer,
Professeur agrégé d'Embryologie
à la Faculté de Médecine de Paris.

[1] *Der puerperale Uterus der Hündin* (Anat. Heften de Merkel et Bonnet, 1895).

L'ENTROPIE, SA MESURE ET SES VARIATIONS [1]

DEUXIÈME PARTIE :
MESURE DE LA RÉVERSIBILITÉ DES TRANSFORMATIONS ISOTHERMES

I. — L'Entropie.

On mesure les quantités de chaleur avec le calorimètre. Soit le calorimètre à glace; pour mesurer, par exemple, la quantité de chaleur dégagée par le refroidissement de l'eau, de la température t à la température t', on opère le refroidissement dans le calorimètre, et le nombre de kilogrammes de glace fondue est la mesure d'une certaine quantité physique, qui, par définition, est la quantité de chaleur. Le principe des trois sources prouve, d'ailleurs, que, quel que soit le calorimètre, quelle que soit la nature du changement du corps calorimétrique, le résultat comparatif des mesures reste toujours le même, c'est-à-dire que le rapport des quantités de chaleur dégagées par deux transformations données différentes d'un même corps ou de deux corps distincts et mesuré respectivement avec ces divers calorimètres, est invariable.

La mesure des quantités de chaleur par le calorimètre s'applique à toute espèce de transformations, isothermes ou non isothermes. Mais, s'il s'agit exclusivement d'une transformation isotherme, on peut concevoir la possibilité, tout en faisant usage d'un calorimètre, de changer radicalement le mode de mesure. Au lieu de laisser la chaleur Q du corps qui subit la transformation isotherme (par exemple la condensation de la vapeur d'eau saturée) s'écouler directement dans le corps calorimétrique, on peut, théoriquement du moins, opérer la transmission de la chaleur par l'intermédiaire d'une machine de Carnot fonctionnant d'une manière réversible, c'est-à-dire à la température de la vapeur d'eau, puis à celle de la glace. La machine absorbera la chaleur Q perdue par la vapeur d'eau, mais elle ne rendra au calorimètre qu'une quantité de chaleur Q' plus faible que la quantité Q, et par suite le poids de la glace fondue sera moindre que dans l'opération calorimétrique ordinaire.

L'interposition d'une machine Carnot modifie donc le résultat des mesures, et la mesure *réversible* ainsi effectuée, définit, par conséquent, une nouvelle espèce de quantité physique, tout à fait distincte de la « quantité de chaleur ». En effet, non seulement les nombres obtenus par voie réversible sont différents des nombres obtenus par les mesures calorimétriques proprement dites; mais, dans le cas général, ils n'y sont point proportionnels. Il suffit, pour le prouver, de montrer que deux transformations isothermes, accomplies à des températures différentes, et qui dégagent la même quantité de chaleur, n'auront nécessairement pas la même mesure par voie réversible. Soit, par exemple, la condensation de la vapeur d'eau saturée à 100° et la condensation de la vapeur d'éther saturée à 35°5, et supposons, pour simplifier, que les poids de chaque substance soient inversement proportionnels aux chaleurs latentes de vaporisation, c'est-à-dire que les deux opérations de condensation dégagent la même quantité de chaleur Q. Prenant l'eau à l'état de vapeur et l'éther à l'état liquide, nous pouvons donc vaporiser l'éther à l'aide de la chaleur Q empruntée directement à la condensation de la vapeur d'eau, opération qui est irréversible. Puis nous ramenons l'éther à l'état liquide par voie réversible en cédant au calorimètre la chaleur Q', et l'eau à l'état de vapeur, également par voie réversible, en empruntant au calorimètre la quantité de chaleur Q''. Les quantités Q' et Q'', proportionnelles aux poids de glace fondue, sont les mesures *réversibles* des deux transformations considérées, et ces deux quantités sont nécessairement inégales, car du système des trois sources de chaleur, deux sources, l'eau et l'éther, sont revenues à leur état initial, et il faut, puisque l'opération totale est irréversible, que la troisième source, qui est le calorimètre, ait gagné de la chaleur. Donc la quantité Q' est supérieure à la quantité Q, c'est-à-dire que la condensation de l'eau entraîne, par voie réversible, la fusion d'un poids de glace supérieur au poids de glace qui serait fondue dans les mêmes conditions, à l'aide de la chaleur empruntée à la condensation de l'éther [1].

La mesure *réversible* d'une transformation conduit à des résultats différents des mesures calorimétriques ordinaires, mais pour conclure de là que ce procédé de mesure définit une *quantité*, il faut que, si l'on change l'appareil de mesure, si, par exemple, l'on substitue le calorimètre à mercure au calorimètre à glace, les résultats des mesures réversibles ne soient modifiés

[1] Voyez 1re partie dans la *Revue* du 30 Octobre.

[1] On peut répéter le même raisonnement sur deux masses d'eau, à condition de les prendre à des températures et sous des tensions de vapeur différentes.

que proportionnellement. La question est la même que pour la quantité de chaleur, et elle se tranche de la même manière, par l'application du principe des trois sources. Soient, en effet, deux transformations, par exemple la condensation de la vapeur d'eau et la condensation de la vapeur d'éther, les poids des substances étant alors tels que les deux transformations ont la même mesure réversible au calorimètre à glace, et par suite que les chaleurs gagnées par le calorimètre dans les deux opérations de mesure sont toutes les deux égales à une même quantité Q. En condensant donc l'eau, par voie réversible, dans le calorimètre à glace, nous fournissons à ce calorimètre la quantité de chaleur Q; nous pouvons ensuite ramener le calorimètre à glace à son état initial par voie réversible, en lui enlevant avec la machine cette quantité Q et en cédant au calorimètre à mercure une certaine quantité de chaleur Q'. D'après le principe des trois sources, le résultat sera le même que si nous avions directement opéré la condensation de la vapeur d'eau, par voie réversible, dans le calorimètre à mercure. D'ailleurs le rapport $\frac{Q}{Q'}$ ne dépend que des températures de deux calorimètres. Si Q'' est la mesure réversible de la condensation de la vapeur d'éther dans le calorimètre à mercure, le rapport $\frac{Q}{Q''}$ ne dépend aussi que des mêmes températures. Les deux rapports sont donc égaux, ce qui entraîne l'égalité des quantités Q' et Q'', et par suite l'égalité des mesures faites au calorimètre à mercure.

Ainsi donc la mesure réversible des transformations isothermes ne dépend pas de l'appareil de mesure, mais définit une quantité physique nouvelle, une quantité qui n'est pas la quantité de chaleur.

Il y a entre ces deux espèces de quantités une différence absolument fondamentale. Quand nous parlons des quantités de chaleur, c'est que nous considérons comme équivalentes deux transformations qui, *directement* opérées dans le calorimètre, fondent respectivement le même poids de glace. Quand nous parlerons de la nouvelle quantité, c'est que nous considérerons comme équivalentes deux transformations qui détermineraient respectivement la fusion d'un même poids de glace *par l'intermédiaire d'une machine de Carnot.*

La différence entre les deux quantités a donc pour fondement la différence entre le phénomène de la conduction et celui de la transmission réversible de chaleur; mais, si celle-ci entraîne celle-là, si les deux modes de mesure conduisent à des résultats différents, si, par conséquent, il y a en chaleur une autre espèce de quantité que la quantité de chaleur, c'est en raison de la loi Clausius, c'est parce qu'un même système thermique hors d'équilibre, suivant qu'il se transforme par voie réversible ou par voie irréversible, ne passe pas par les mêmes états, ne suit pas le même cycle, et ne peut parvenir au même état final. Telle est aussi la raison profonde pour laquelle la Chaleur est une des formes de l'Energie.

Dans le cas des mesures réversibles, comme dans le cas des mesures calorimétriques ordinaires, il faut faire choix d'une certaine unité. S'il s'agit des mesures calorimétriques ordinaires, l'unité choisie, c'est l'échauffement de 0° à 1° d'un kilog. d'eau: on l'appelle la Calorie. Dans les mesures réversibles, on pourrait conserver la même unité, qu'on appellerait *Clausie* pour rappeler le nom du grand physicien qui a su le mieux mettre en évidence la nouvelle quantité. Mais nous verrons plus loin qu'au point de vue de la simplicité des formules, et pour éviter l'emploi d'un coefficient, il convient de choisir une unité de transformation différente de la transformation qui sert à définir la calorie. Dans tous les cas, le changement d'unité n'entraîne que la multiplication des mesures par un facteur constant.

La nouvelle quantité jouit d'une propriété bien remarquable, qui n'appartient pas à la quantité de chaleur. Cette nouvelle quantité reste la même pour deux transformations isothermes ab et $a'b'$, d'un même corps, accomplies à des températures différentes t et t', quand ces transformations sont comprises entre les deux mêmes adiabatiques (fig. 1). En effet, nous pouvons accomplir la transformation ab par voie réversible, à l'aide d'une machine de Carnot qui emprunte au calorimètre la quantité de chaleur Q. Puis, après avoir amené le corps à l'état b' par une détente adiabatique, nous pouvons accomplir la transformation $b'a'$ à l'aide de la même machine ou d'une autre, en cédant au calorimètre la quantité de chaleur Q'. Enfin, par compression adiabatique nous ramenons le corps à son état initial. L'opération totale étant réversible, il faut que le calorimètre revienne aussi à son état initial, c'est-à-dire que les quantités Q et Q' soient égales. Mais ces quantités sont la mesure déversible des transformations ab et $a'b'$; donc les mesures réversibles de ces transformations sont égales, ce qu'il fallait démontrer.

Fig. 1.

On peut exprimer ce résultat en disant que la

mesure réversible d'une transformation isotherme ne dépend pas de la température de la transformation, mais seulement de l'adiabatique initiale et finale. La nouvelle quantité peut servir à définir, en quelque sorte, l'espacement de deux adiabatiques, indépendamment de toute considération de température. C'est là un rôle que ne saurait jouer la quantité de chaleur, car cette quantité ne reste pas la même pour toutes les transformations isothermes limitées aux mêmes adiabatiques; elle est d'autant plus grande que la température est plus élevée, toujours en vertu de la quatrième des lois fondamentales.

Il devient, par suite, possible de rapporter toutes les adiabatiques d'un corps à une adiabatique déterminée prise pour origine, comme on rapporte toutes les températures au zéro centigrade. Appelons ENTROPIE : *la grandeur définie par la mesure réversible des transformations isothermes* qui ont pour adiabatique initiale précisément cette adiabatique arbitrairement choisie comme origine. Convenons, en outre, de compter positivement les mesures des transformations isothermes qui absorbent de la chaleur, négativement les mesures de celles qui dégagent de la chaleur. A toute adiabatique répondra alors une valeur déterminée de l'entropie, et une seule, valeur positive si l'adiabatique est à droite (dans le cas le plus commun), négative si elle est à gauche. Réciproquement, à toute valeur déterminée de l'entropie, valeur positive ou négative, répondra une adiabatique déterminée, et une seule, située à droite ou à gauche de l'adiabatique origine. L'entropie est donc bien une quantité capable de représenter, de désigner les adiabatiques d'un corps, d'en définir la position relative.

Maintenant, observons ceci : si une valeur déterminée de l'entropie répond à une adiabatique déterminée, elle répond par là même à tous les états représentés par les points de cette adiabatique, comme la même température est commune à tous les états représentés par les points d'une même isotherme. Et comme deux adiabatiques n'ont aucun point commun quand deux états distincts sont représentés par des points situés sur des adiabatiques différentes, les valeurs de l'entropie des deux états ne sont pas les mêmes.

La grandeur « entropie » devient ainsi un élément numérique caractéristique de l'état d'un corps, et il est permis de dire que, sous tel état, le corps possède telle entropie. Aussi, pour décrire d'une manière véritablement complète l'état d'un corps, il ne suffit pas de faire connaître son état physique, chimique et électrique, et d'indiquer son volume, sa pression et sa température; il faut encore indiquer son entropie. La connaissance de cet élément est aussi essentielle que l'est celle des autres éléments, et notamment de la température : car il n'y a pas plus de raison de se dispenser de considérer les adiabatiques, qu'il ne peut y en avoir de négliger les isothermes. Les unes et les autres ont un égal titre à être appelées transformations fondamentales.

Puisque l'entropie est un élément numérique caractéristique, cette grandeur peut servir de variable indépendante. On sait, par exemple, que, lorsqu'un corps n'est pas susceptible de changement d'état physique, chimique et électrique, deux variables indépendantes suffisent à définir son état. On choisit d'ordinaire le volume et la pression, mais on pourrait, on le voit, tout aussi bien définir cet état par le volume et l'entropie. Étant données les valeurs de ces deux quantités, les valeurs des autres — pression, température — se trouvent nécessairement déterminées.

II. — LE CHANGEMENT D'ENTROPIE

L'entropie étant une grandeur caractéristique de l'état d'un corps, on se trouve autorisé à parler d'une différence d'entropie entre deux états, même quand il y a entre ces deux états un écart de température. La différence d'entropie ne se rapporte plus à une différence entre les états initial et final d'une transformation isotherme, ni même d'une transformation réversible quelconque; c'est une différence qui peut se constater dans une transformation *quelconque*, réversible ou irréversible. Lorsqu'un mobile s'éloigne, suivant une trajectoire courbe, de sa position initiale, nous ne faisons aucune difficulté de parler de la distance entre les deux positions initiale et finale du mobile, distance cependant qui ne peut être mesurée que suivant une trajectoire rectiligne; ce n'est pas le chemin effectivement suivi qui fait la distance, c'est un certain chemin qui aurait pu être suivi. Pareillement, ce n'est pas la transformation réellement accomplie qui mesure la variation d'entropie, c'est une transformation d'une espèce particulière, par laquelle le corps aurait également pu parvenir de l'état initial à l'état final. On parle de la force d'un corps en mouvement, en voulant signifier l'effort que le corps exercerait s'il n'était point en mouvement. Le langage ne se compose guère que d'abstractions (c'est-à-dire de simplifications) de ce genre.

Mesure du changement d'entropie. — Mais puisqu'un changement d'entropie peut avoir lieu à la suite d'une transformation quelconque, et puisque nous ne connaissons ici qu'un procédé de mesure de ces changements, applicable seulement aux transformations isothermes, il est

naturel de se demander comment il est possible de mesurer un changement d'entropie dans les autres cas, notamment dans le cas d'une transformation irréversible d'un état B à un état A (fig. 2).

Fig. 2.

Le procédé est simple en théorie. Il consiste à faire revenir le corps, par voie réversible, de l'état A à l'état B, suivant un cycle formé de deux adiabatiques, BN et MA, et d'une isotherme NM, à une température arbitrairement choisie. La mesure réversible de cette dernière transformation est celle de la différence d'entropie entre les adiabatiques S et S', et, par suite, entre les deux états représentés par les points A et B de ces adiabatiques.

Mais même il n'est point nécessaire de s'astreindre à faire suivre au corps un cycle aussi déterminé que l'est le cycle BNMA; il suffit de lui faire suivre un cycle réversible quelconque entre A et B; cela demande toutefois quelques mots d'explication.

Quand un corps passe successivement de l'état A à l'état A', de l'état A' à l'état A'', et ainsi de suite, jusqu'à l'état B, et qu'on mesure, par le moyen qui vient d'être indiqué, ses variations successives d'entropie, on trouvera que la somme de ces variations est égale à la variation totale d'entropie de A à B, mesurée de la même manière. Par conséquent, cette somme est constante et ne dépend pas des états intermédiaires A', A'', etc. C'est la conséquence de la loi sur la réversibilité. Nous ne répéterons pas le raisonnement, qui est toujours le même.

Ce raisonnement prouverait aussi qu'il est possible de simplifier les opérations successives de mesure, et qu'au lieu de mesurer séparément chacune des transformations isothermes, en reversant chaque fois de la chaleur au calorimètre, on peut procéder en bloc et faire une opération unique. Cette opération consiste à effectuer immédiatement la série des transformations isothermes en amenant successivement la machine aux différentes températures du corps. Ramenant ensuite la machine à la température du calorimètre, l'on complétera le cycle, et le poids de glace fondue dans cette dernière opération sera égal à la somme des variations partielles d'entropie, ou à la variation totale, ce qui revient au même.

Or, on peut considérer un cycle quelconque AB, nous l'avons déjà dit, comme la limite d'une alternance de transformations isothermes et adiabatiques infiniment petites, qui font passer le corps successivement de l'état A à l'état A', à l'état A'', à l'état A''', etc. (fig. 3). La mesure réversible, directe-

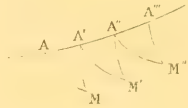


Fig. 3.

ment effectuée suivant le cycle formé de ces éléments d'isothermes et d'adiabatiques, ne cessera pas, d'après ce qui vient d'être expliqué, de représenter la variation totale d'entropie; mais, considérée à sa limite, cette opération n'est pas autre chose que la mesure même du cycle considéré, mesure réversible, l'égalité de température se trouvant à chaque instant maintenue entre le corps et la machine thermique. Il suit de là que la mesure directe de la variation d'entropie d'une transformation réversible quelconque est une opération théoriquement possible, et qui ne diffère pas essentiellement de celle faite à l'occasion d'une transformation isotherme. Elle se trouve toujours ramenée à la mesure d'un changement physique d'une espèce déterminée, accompli à une température également déterminée, c'est-à-dire à une simple mesure calorimétrique.

Le théorème précédent équivaut, par conséquent, à la proposition que la variation d'entropie *mesurée le long d'un cycle réversible* ne dépend pas de la forme du cycle, mais seulement des états extrêmes, ce que l'on exprime encore et sous une forme mathématique, en disant que la quantité infiniment petite (considérée comme fonction de deux variables indépendantes, volume et pression) qui représente la variation d'entropie d'une transformation élémentaire A'' A''' est une différentielle exacte.

Le fait à retenir, sous ces formes diverses de langage, c'est que, si un corps passe par une transformation quelconque de l'état A à l'état B, toute transformation réversible de l'état B à l'état A permet de mesurer directement la différence des entropies du corps sous ces deux états.

Ce qu'est la chaleur. — Mais revenons au changement d'entropie considéré en lui-même, indé-

pendamment des procédés de mesure et cherchons à en bien faire ressortir l'autonomie.

Dans le cas le plus général, une variation de température accompagne la variation de l'entropie, mais ce n'est là qu'une association accidentelle. Le changement d'entropie peut avoir lieu sans que la température varie; il se produit toujours si la transformation à température constante est réversible; il peut se produire si elle est irréversible : ce serait le cas des réactions chimiques qui s'accompliraient sans dégagement ni absorption de chaleur.

Le changement d'entropie est donc absolument distinct du changement de température, et cela, d'ailleurs, ressort immédiatement de sa définition. Il n'est pas moins distinct du changement qui consiste en pertes ou gains et de chaleur. Par exemple, l'entropie d'un corps est susceptible d'augmenter sans que le corps emprunte de la chaleur, — c'est le cas des phénomènes de choc, de détente ou de compressions brusques, des réactions chimiques proprement dites, etc., — ou même quoique le corps perde de la chaleur; et quand il y a à la fois augmentation d'entropie et gain de chaleur, il n'y a pas ordinairement de rapport numérique défini entre les valeurs de ces deux variations.

Si le changement d'entropie a souvent lieu sans que la température varie *ou* sans que le corps perde ou gagne de chaleur, il peut aussi avoir lieu sans que la température varie *et* sans que le corps perde ou gagne de chaleur. Quand un gaz parfait se détend dans le vide, son entropie augmente [1], et cependant sa température finalement n'a pas changé et il n'a pu emprunter ni céder de la chaleur. S'il était matériellement possible d'amener un corps au zéro absolu et de l'y maintenir, ce corps, qui conserverait une température invariable, serait cependant encore susceptible de changement d'état; probablement sa pression et son volume varieraient, mais certainement son entropie subirait des changements. Ce serait là le changement d'entropie dans toute sa simplicité, dégagé de toute association avec des changements plus apparents et cependant pas plus essentiels.

Il n'y a pas, en définitive, de connexion invariable entre le changement d'entropie et les autres changements dus à la chaleur; le changement d'entropie est lui-même une nouvelle espèce de changement thermique, un changement *sui generis*, qui peut avoir lieu concurremment avec les autres changements, mais qui peut aussi se manifester isolément, même au zéro absolu. Il est, à vrai dire, le changement fondamental, le véritable changement thermique, celui sans lequel aucun déplacement d'énergie n'est possible sous forme de chaleur.

De même donc que le fait caractéristique, fondamental, constant, du changement mécanique, est le changement de volume, le changement d'entropie est le fait caractéristique du changement thermique. Un phénomène complexe, un phénomène qui n'est pas exclusivement d'ordre mécanique, ne peut être considéré comme suffisamment expliqué ou décrit, si l'on n'a point fait connaître le sens et la valeur des changements d'entropie, comme on fait connaître la dilatation ou la contraction, l'élevation ou l'abaissement de température, la variation de pression, la perte ou le gain de la chaleur, etc.

La considération de l'entropie n'a pas ainsi le seul avantage de simplifier les raisonnements et les formules; elle a, avant tout, l'avantage de nous faire pénétrer plus profondément dans le cœur des phénomènes de la chaleur, de nous en faire mieux comprendre la nature, et cela, sans avoir recours à aucune hypothèse, par conséquent de nous révéler la véritable « forme » de la chaleur, suivant l'expression de Bacon.

Mais, même si l'on n'admettait pas cette prétention, si l'on pensait — je crois cette opinion fondée — que la chaleur, étant une source de radiations qui interfèrent, doit être ramenée à la considération d'une succession de changements périodiques d'un certain ordre (peut-être de changements électriques), d'une durée et d'une amplitude extrêmement faibles, l'entropie n'en conserverait pas moins son utilité essentielle, en exprimant très certainement, soit une propriété commune à tous ces changements, soit un lien entre eux, soit l'une des conditions générales auxquelles ils sont soumis. En tout cas, pour le moment, cette notion nous permet de préciser notre idée des phénomènes thermiques, tels que nous croyons les observer, et d'apporter par là à nos raisonnements la rigueur en même temps que la clarté, à notre langage la précision en même temps que la correction. Et le langage surtout en a besoin.

Il est usuel, par exemple, de parler de la chaleur d'un corps, de la quantité de chaleur qu'il contient à un état donné, de l'augmentation ou de la diminution de *sa* chaleur; et, quand la température varie, au lieu de se contenter de constater simplement le fait, on l'interprète en disant qu'il y a dégagement ou absorption de chaleur, alors même que le corps se trouve isolé thermiquement et qu'il ne peut céder de chaleur à l'extérieur, pas plus qu'il ne peut en emprunter.

Toutes ces expressions, dernières traces de la

[1] En effet, pour lui faire reprendre sa pression et son volume initial en le comprimant lentement et sans changer sa température, il faut lui enlever de la chaleur.

théorie du calorique, n'ont pas seulement le défaut d'être vagues; elles sont incorrectes. Les quantités de chaleur perdues ou gagnées par un corps dépendent, entre le même état initial et final, et de la température de la transformation et du mode de transformation, c'est-à-dire qu'elles varient avec le cycle suivi et le procédé employé pour le suivre. Ces quantités ne peuvent donc se cumuler comme se cumulent les variations d'entropie, et il serait sans signification de dire que, sous tel état, un corps possède une quantité de chaleur déterminée, même relativement à un état déterminé choisi pour point de départ.

Relativement à cet état, on peut cependant dire qu'un corps, à un état quelconque, possède une entropie déterminée. L'entropie, par le fait, répond précisément à la notion vaguement entrevue quand on parle de la chaleur d'un corps, à la notion qu'il y a, dans un corps, quelque chose qui n'est ni la température, ni l'énergie intérieure, et qui varie cependant quand le corps perd ou gagne de la chaleur. Bien des théories inexactes ou simplement nuageuses deviennent exactes et précises, si au mot vague « chaleur » on substitue le mot bien défini « entropie ».

La théorie établie par Sadi Carnot eût été parfaite s'il eût parlé de conservation de l'entropie, au lieu de conservation du calorique; le principe du travail maximum de M. Berthelot ne prêterait à aucune critique si l'on remplaçait l'expression « dégagement de chaleur » par l'expression « augmentation d'entropie totale ».

Enfin, parmi les raisons qui contribuent à justifier la nécessité de la notion de l'entropie, nous ne devons pas négliger celles d'ordre général. Sans la considération de l'entropie, la Science de l'Énergie n'est pas possible, du moins elle perd tout fondement rationnel et elle se trouve réduite, avec la Thermodynamique, ou à des recherches mathématiques sur la mécanique insuffisante de systèmes matériels hypothétiques, ou à un ensemble peu cohérent de principes vagues, de notions mal définies qui prêtent trop aisément à des dissertations banales et sans portée. Mais c'est là un sujet qui mériterait un examen spécial [1].

[1] Cet examen se trouve déjà fait, à un point de vue particulier, dans une étude intéressante et approfondie que notre ami, M. H. Le Chatelier, a consacrée à la question de l'introduction de la théorie de l'Énergie dans l'enseignement secondaire, et où ce savant chimiste a signalé la nécessité de bien asseoir les fondements de la théorie. Nous reviendrons peut-être un jour sur ce sujet, pour exposer la doctrine qui nous est propre, et que nous avons déjà fait pressentir dans notre étude précitée sur l'œuvre de S. Carnot (note de la page 22 et conclusions) et appliquée à un cas spécial, dans un essai sur la démonstration du principe d'équivalence entre la chaleur et le travail.

III. — Relativité de l'entropie.

Pour mesurer la différence d'entropie entre les états A et B d'un corps, il faut faire passer le corps de l'un des états à l'autre par voie réversible, ce qui implique pour le corps une transformation réversible.

La question, maintenant, est de savoir si, étant donnés deux états quelconques d'un même corps, d'une même portion de matière, il est toujours possible de passer de l'un à l'autre par une transformation réversible. Tant qu'il s'agit de gaz ou d'autres corps parfaitement élastiques, il n'y a pas de doute à avoir sur ce point. La difficulté n'existe que lorsqu'il s'agit de corps susceptibles de changements de composition chimique ou de structure moléculaire.

On peut d'abord observer, en ce qui a trait à ces corps, qu'il n'existe aucun fait nous obligeant à nier ou nous empêchant de concevoir la possibilité de transformations réversibles. Les impossibilités d'ordre pratique que nous constatons actuellement dans un grand nombre de cas, peuvent donc tenir simplement à une imperfection de nos moyens, à des lacunes dans nos connaissances; nous ne sommes pas certains que ce soient des impossibilités absolues. Mais il y a plus : car au fur et à mesure que la science progresse, nous trouvons les moyens d'effectuer par voie sensiblement réversible un nombre de plus en plus grand de changements que nous n'observions et ne pouvions réaliser jadis que d'une manière irréversible. Presque tous les ordres ou types de changements nous offrent maintenant des exemples particuliers de transformations réversibles, et ces exemples sont si nombreux, si variés, que nous ne saurions plus avoir de difficulté à généraliser les cas de réversibilité dans une proportion illimitée. Sadi Carnot, le premier, a parlé explicitement de réversibilité, en ne considérant que les changements de température, les purs pertes et gains de chaleur. La réversibilité des changements d'état physique, fusion, volatilisation, et, en général, des phénomènes de saturation, est depuis longtemps connue. Mais c'est Sainte-Claire Deville qui, en découvrant les faits de dissociation et en établissant leur caractère de réversibilité, a contribué, plus qu'aucun autre savant, à faire concevoir la possibilité d'opérer un changement quelconque sur une masse donnée de matière d'une manière qui soit réversible, et surtout qui satisfasse à la loi thermique sur la réversibilité que nous avons exposée dans un des paragraphes précédents. La réaction chimique proprement dite, par exemple la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène dans les conditions ordinaires et leur transformation en eau, est un

phénomène irréversible; cependant, on peut maintenant concevoir la possibilité de passer, par voie réversible, de l'état initial à l'état final du système des deux gaz oxygène et hydrogène, en proportion convenable, au système eau.

Pour fixer les idées, supposons que deux récipients différents contiennent : l'un 1 gramme d'hydrogène, et l'autre 8 grammes d'oxygène; puis réunissons ces deux gaz dans le même récipient, et introduisons la mousse de platine; il y aura brusque combinaison et formation du corps composé, l'eau. Quelle peut être la différence d'entropie entre cette eau et le corps hétérogène, au point de vue chimique, formé de 1 gramme d'hydrogène et de 8 grammes d'oxygène à la même température et sous la même pression?

Cette différence se mesurera dans la succession des opérations suivantes :

On portera séparément chacun des deux gaz à la température très élevée à laquelle la vapeur d'eau se trouverait intégralement dissociée. A cette température, les deux gaz seront donc en équilibre chimique; on laissera alors la diffusion s'opérer; puis, quand elle sera complète, on abaissera la température, de manière à rompre à chaque instant l'équilibre, mais sans chute brusque. Les deux gaz se combineront en proportion graduellement croissante, et, à une température suffisamment basse, la combinaison pourra être considérée comme complète, et le récipient ne contiendra plus que de l'eau. On réchauffera finalement cette eau jusqu'à une température égale à celle de l'eau qui aurait été obtenue par combinaison directe sous l'influence de la mousse de platine.

Toutes ces transformations sont réversibles, et si l'on a eu soin de les accomplir dans le calorimètre, mais par l'intermédiaire d'une machine de Carnot, le poids de glace fondue mesurera, à un facteur constant près, la différence d'entropie cherchée [1]. Ou bien encore, on peut se dispenser d'une machine de Carnot, à la condition de mesurer à chaque instant la température des gaz ou de l'eau et le poids de glace fondue. On verra plus loin que ces données suffisent à calculer la variation d'entropie.

N'insistons pas davantage sur le sujet; le peu que nous en avons dit suffit pour faire comprendre la généralité de la notion de l'entropie et la possibilité de mesurer ou calculer la différence d'entropie entre deux états quelconques d'un même corps, ou de corps différents, mais ayant une composition chimique brute identique. On peut admettre, en effet, en ce qui concerne ce second point, que deux masses égales d'une même substance, sous le même état, ont la même entropie.

Mais là s'arrêtent nos connaissances sur l'entropie. Quand il s'agit de deux corps ayant une composition chimique brute différente, notamment quand il s'agit de deux corps simples tels que l'hydrogène ou l'oxygène, nous n'avons plus aucun moyen de définir une différence ou une égalité d'entropie. Nous ne pouvons pas passer de l'un à l'autre par voie réversible, nous n'y pourrons même passer par aucune voie, tant que les chimistes n'auront pas découvert la pierre philosophale, et constaté l'unité de substance. Qui nous dit d'ailleurs que la loi de Lavoisier sur la conservation de la masse serait applicable à ce cas? Dans ce domaine notre ignorance est complète, et les diverses hypothèses qu'on peut imaginer sur les différences d'entropie des corps simples pris à l'état critique, au zéro absolu, ou à tout autre état particulier, seraient sans intérêt scientifique. L'entropie, comme la tension électrique, comme la quantité d'électricité, comme l'énergie intérieure, n'a qu'une valeur relative. On ne peut, à ce point de vue, assigner à l'entropie une valeur absolue qu'à la condition de la considérer comme une fonction contenant une constante arbitraire, ou plutôt une constante inconnue, ce qui est un pur artifice d'écriture.

Il est à peine utile d'ajouter que si l'entropie est une grandeur relative, il n'en est pas de même des variations d'entropie. Celles-ci ont toujours une valeur absolue, car nous pouvons comparer les variations d'entropie de deux corps tout à fait distincts.

L'entropie n'a pas seulement une valeur relative par l'impossibilité de mesurer la différence d'entropie de deux substances différentes. La valeur est encore relative en ce sens que, pour un corps déterminé, elle dépend de l'état arbitrairement choisi pour repérer le zéro d'entropie.

C'est aussi le cas de la température thermométrique, et, comme la température, l'entropie est susceptible de valeurs dites, par extension, positives ou négatives suivant que l'adiabatique, répondant à l'état considéré, se trouve après ou avant l'adiabatique qui répond au zéro. Il ne faudrait pas cependant conclure de là que l'entropie soit une quantité « complexe » et que, comme la force, la vitesse, les vecteurs de la géométrie, etc., elle soit susceptible de deux sens. Il n'y a que sa variation qui jouisse de cette propriété. L'entropie est une quantité « simple », une quantité qui ne peut être ni positive, ni négative, qui ne comporte ni le signe +, ni le signe —, pris avec leur signification strictement mathématique. Et c'est probablement cette propriété commune à la température et à l'entropie qui explique la loi sur l'irréversibilité.

[1]. Nous négligeons ici la variation très faible d'entropie due à la diffusion des deux gaz.

Au point de vue pratique, le choix, pour un corps déterminé, de l'état qui repère le zéro d'entropie est indifférent. Il suffirait de définir cet état par une pression suffisamment forte, ou une température suffisamment basse, de manière à éviter l'emploi, dans les cas de la pratique, des valeurs négatives de l'entropie. Mais il est intéressant, au point de vue théorique, de se demander s'il ne serait pas pas possible de prendre pour origine des mesures le zéro absolu d'entropie, c'est-à-dire de rapporter les mesures de l'entropie à l'adiabatique limite, qui enveloppe toutes les isothermes. La question revient à savoir si la différence d'entropie entre cette adiabatique et une adiabatique quelconque est infinie ou finie, ou, ce qui revient au même, si d'un corps maintenu à température constante on peut extraire ou non de la chaleur en quantité croissant sans limite finie. Des données précises font défaut sur ce point, car on ignore les lois particulières qui régissent les corps aux très basses températures; à s'appuyer sur les analogies, on serait conduit à accueillir la seconde de ces suppositions et à admettre, en conséquence, que si l'entropie peut varier à l'infini dans le sens positif, sa variation, dans le sens négatif, est limitée. Rapportés à cette valeur limite, les nombres qui mesurent l'entropie seraient toujours finis et positifs; ils seraient, relativement à un corps donné, la mesure absolue de son entropie.

Nous n'avons voulu, dans cet article, qu'indiquer le sens physique des idées qui se rapportent à l'entropie. Il conviendrait, pour compléter cette étude, de montrer comment se rattachent directement à ces notions les résultats fondamentaux auxquels la Thermodynamique est, de son côté, parvenue par une voie détournée. Nous le tenterons sans doute ici quelque jour.

G. Mouret,
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.

REVUE ANNUELLE D'AGRONOMIE

I. — Le travail du sol et la nitrification

Le travail de la terre est aussi ancien que le monde, et cependant ce n'est que lentement, péniblement et tout à fait dans ces dernières années, que nous arrivons à bien comprendre l'utilité des pratiques que les cultivateurs se transmettent les uns aux autres depuis l'antiquité la plus reculée.

Quand, à l'automne, les récoltes ont été enlevées, que la terre est découverte, il faut sans tarder préparer les cultures prochaines : on laboure ; facile sur les terres légères, le travail de la charrue est impraticable sur les terres fortes, que les chaleurs de l'été ont recouvertes d'une couche dure, compacte, impénétrable aux instruments, et il faut attendre que la terre ait été ramollie, assouplie par quelques ondées ; il faut choisir, en outre, un moment propice : si la terre est trop humide, elle se lisse sous le versoir et forme de grosses mottes qui durcissent et deviennent difficiles à briser, ce sont des terres difficiles « à prendre », suivant l'excellente expression des laboureurs.

Il est aisé de comprendre l'utilité de ces premiers travaux. Les végétaux herbacés et notamment nos plantes de grande culture sont de terribles consommateurs d'humidité; on calcule que, lorsqu'ils ont élaboré un kilogramme de matière sèche, il a circulé au travers de leurs tissus de 250 à 300 kilogrammes d'eau, que les feuilles ont évaporée.

Quand un hectare porte une récolte moyenne de 2.000 kilos de grain de blé et de 4.000 kilos de paille, il a dû fournir à cette récolte 1.500 mètres cubes d'eau, qui, répartis sur la surface d'un hectare, représentent 150 millimètres de hauteur de pluie ; les précipitations aux environs de Paris sont d'environ 500 millimètres ; il tombe donc beaucoup plus d'eau que n'en consomme la médiocre récolte dont nous venons de parler, mais toute l'eau tombée est bien loin d'être utilisée : les pluies d'été, arrivant sur des terres échauffées par les radiations solaires, s'évaporent rapidement, le sol n'est mouillé qu'à une très faible profondeur, il faut des averses formidables pour que l'eau traverse le sol et arrive jusqu'aux drains; il est rare de les voir couler pendant l'été ; il en est tout autrement pendant l'automne et l'hiver : c'est à ce moment que la terre forme les réserves d'humidité nécessaires aux plantes pour qu'elles puissent traverser sans pâtir les périodes de sécheresse.

Or, les pluies d'automne qui tomberaient sur une terre durcie par les chaleurs de l'été, non ouverte par la charrue, glisseraient sans pénétrer ; si la terre est ameublie, au contraire, elle s'imprègne d'humidité, l'eau descend des couches superficielles jusque dans les profondeurs, l'imbibition est complète. Ces réserves d'humidité ne sont pas seulement précieuses en elles-mêmes : elles contribuent, en outre, à l'ameublissement du sol; pendant les froids de l'hiver, l'eau gèle et la force

expansive de la glace pulvérise les mottes saturées d'humidité.

Ce premier travail d'ameublissement est cependant tout à fait insuffisant; les semoirs, dont l'emploi est si avantageux, ne peuvent fonctionner que sur une surface bien aplanie; aussi met-on en jeu, après la charrue, les rouleaux qui écrasent les mottes, les scarificateurs, les herses qui pulvérisent le sol.

Ce travail, que les cultivateurs habiles exécutent avec le plus grand soin, les binages qui suivent la levée des graines, ont-ils seulement pour but de permettre le fonctionnement des semoirs ou la destruction des mauvaises herbes ? C'est là une question qui me préoccupe depuis plusieurs années et sur laquelle je veux insister.

A la fin de 1892, j'ai exécuté une expérience que je rappellerai brièvement. Des lots de 50 kilos de terres restées sans engrais depuis plusieurs années, ont été étalés dans le bâtiment de la station de Grignon; après six semaines on a pris des échantillons et dosé les nitrates qui s'étaient formés dans ces terres étalées; on en a trouvé une quantité prodigieuse.

Cette expérience a été répétée au printemps dernier, sur une terre provenant de la Guadeloupe et sur une autre qui m'avait été envoyée quelques années auparavant de Seine-et-Marne; ces terres étalées sur deux ou trois centimètres d'épaisseur sur les dalles du bâtiment de la station, ont été maintenues en poudre et arrosées une fois ou deux avec parcimonie.

L'expérience a commencé le 23 mars: de ce jour-là au 11 avril, 100 grammes de terre de la Guadeloupe ont formé 0^{mill} 94 d'azote nitrique, et 100 grammes de terre de Seine-et-Marne 1^{mill} 36; la nitrification fit ensuite des progrès sensibles, mais très irréguliers: tandis que, du 18 avril au 2 mai, la terre de la Guadeloupe donne 4^{mill} 38 et celle de Seine-et-Marne 6^{mill} 88, — du 2 au 15 mai la Guadeloupe monte à 31^{mill} 25 et Seine-et-Marne à 15^{mill} 09; pendant la fin de mai et le commencement de juin, la Guadeloupe reste à peu près stationnaire et Seine-et-Marne monte à 18 milligrammes; enfin, pendant la période du 13 au 27 juin, la Guadeloupe donne 68^{mill} 75 et Seine-et-Marne 31^{mill} 25.

Un premier point — et, à mon sens, très intéressant — ressort de l'examen des nombres précédents c'est que des terres qui n'ont reçu depuis plusieurs années aucun engrais azoté, peuvent produire, par leurs seules ressources, quand elles sont convenablement traitées, des quantités d'azote nitrique infiniment supérieures à celles qui sont nécessaires aux récoltes les plus abondantes. En effet, le 17 juin la terre de la Guadeloupe donne 68^{mill} 75 d'azote nitrique pour 100 grammes ou 687 milligrammes par kilo, 687 grammes par tonne, et, si la couche superficielle d'un hectare, à laquelle on peut attribuer un poids de 1.000 tonnes, nitrifiait comme la terre en expériences, on en obtiendrait 687 kilos d'azote nitrique, c'est-à-dire cinq ou six fois plus que n'en exigent les plus fortes récoltes de betteraves ou de blé.

La nitrification est moins active dans la terre de Seine-et-Marne, mais elle donne cependant 31^{mill} 25 le 17 juin, c'est-à-dire qu'en calculant comme pour la terre de la Guadeloupe, un hectare de terre de 1.000 tonnes fournirait 312 kil. 5 d'azote nitrique.

A quelle cause attribuer cette nitrification excessive ? La température dans le bâtiment a été peu élevée, on a donné aux terres quelques coups de râteau pour les ameublir; mais le succès paraît dû seulement à ce que les terres, humides et bien ameublies, sont restées exposées à l'air pendant trois mois.

Visiblement, ces conditions ne sont pas réalisées dans les terres en place, puisque, pour obtenir de bonnes récoltes, nous sommes obligés de répandre du nitrate de soude; cherchons donc à préciser les différences que présentent les terres en place et les terres étalées dans le bâtiment de la station. Or, il suffit d'examiner quelques instants un champ récemment hersé pour voir que, si bien préparée qu'elle puisse être par nos instruments, la terre n'y est pas en poudre, mais bien en mottes de diverses grosseurs; or, il n'était pas certain, à priori, que, dans ces mottes, l'air et l'eau fussent en proportions favorables à la nitrification. Il fallait s'en assurer. Pour déterminer la quantité d'air contenue dans une motte de terre, on lui donne avec un couteau une forme telle qu'elle puisse pénétrer dans un flacon à large ouverture, qu'on remplit ensuite de mercure; si on a pesé la motte avant son immersion et qu'on la pèse après, en détachant les quelques gouttelettes de métal qui restent fixées sur les parois, on ne trouve pas qu'elle ait augmenté de poids : c'est donc que le mercure n'a pas pénétré dans la motte pour en chasser l'air qui y est contenu.

On adapte au flacon rempli de mercure un bon bouchon en caoutchouc muni d'un tube à robinet de verre, qu'on laisse ouvert; au moment où on enfonce le bouchon, le mercure monte dans le tube; on ferme alors le robinet, on adapte l'extrémité du tube à une trompe à mercure, et on fait le vide dans tout l'appareil au-dessus du robinet; quand le vide est fait, on place une cloche à gaz sur le bec de la trompe et on tourne le robinet; aussitôt, le gaz contenu dans la terre s'échappe, on l'entraîne et on le recueille.

Si, d'autre part, on détermine la quantité d'eau

contenue dans la motte examinée en desséchant à 110°, on obtient un résultat très intéressant : les deux quantités sont complémentaires; l'air et l'eau se remplacent : une terre très humide n'est pas aérée, une terre bien aérée est sèche.

Considérons une motte de terre soumise à une bonne pluie qui l'imbibe sans la délíter : la nitrification ne peut s'y établir, car elle est saturée d'eau, elle n'est pas aérée; supposons qu'à la pluie succède un temps sec : la motte perd de l'eau, qui est remplacée par un même volume d'air, et les proportions favorables à la nitrification sont réalisées; mais elles ne persistent que pendant un temps relativement court : car, si la pluie se fait attendre, peu à peu la motte se dessèche; or, dans une terre sèche, tout s'arrête; si, au contraire, la pluie arrive, l'humidité est suffisante; mais c'est l'air qui fait défaut, la nitrification ne peut donc faire que peu de progrès dans une terre en mottes.

Quand, au contraire, une terre est réduite en poudre, une des conditions favorables est réalisée : toutes les molécules de terre sont baignées d'air, et, s'il arrive des pluies opportunes, modérées, qui ne roulent pas les molécules de terre les unes sur les autres, ne les soudent pas, n'en forment pas des masses compactes, si la terre humide reste en poudre, la nitrification progresse comme elle l'a fait dans les terres étalées dans le bâtiment de la station de Grignon.

Quand ces conditions favorables se trouvent réunies, les récoltes sont abondantes, puisque de tous les agents de fertilité les nitrates sont les plus puissants; on conçoit donc quel avantage trouve le cultivateur à travailler la terre, à briser les mottes qui s'y forment, à la pulvériser; sans doute, ce travail acharné n'est pas toujours récompensé, la récolte est encore à la merci de pluies opportunes; mais toutes les opérations agricoles sont aussi sous la dépendance étroite des conditions atmosphériques..; il faut toujours mettre au jeu sans être jamais sûr de gagner.

Les conditions favorables à une active nitrification sont réalisées dans la culture maraîchère; le nom l'indique, les maraîchers ne s'établissent que là où l'eau est assez abondante pour permettre de copieux arrosages, et, comme les surfaces cultivées sont de médiocre étendue, que sans cesse on y prodigue les façons, qu'on n'abandonne l'arrosoir que pour prendre la bêche, on transforme le sol en une véritable nitrière; aussi les récoltes se succèdent-elles rapidement et la masse de matière végétale produite est-elle énorme.

La puissance productrice d'une terre humide est en raison de la perfection du travail à laquelle elle est soumise.

II. — Emploi des phosphates

L'histoire de l'emploi agricole des phosphates est certainement une des plus curieuses qui se puissent imaginer. — Au commencement du siècle, Th. de Saussure signale la présence de l'acide phosphorique dans les cendres des végétaux; il va plus loin et écrit, dans ses *Recherches chimiques sur la Végétation*, en l'an X : « J'ai trouvé le phosphate de chaux dans les cendres de toutes les plantes que j'ai examinées, et il n'y a aucune raison de supposer qu'elles puissent exister sans lui. » Cette opinion, singulièrement avancée, passe inaperçue; c'est par pur empirisme qu'à partir de 1820 environ, on emploie comme engrais le noir animal, ou les os; on ne se doute même pas de la raison de l'efficacité de ces os, ou de ce noir animal, et c'est seulement en 1843 qu'un grand seigneur anglais, le duc de Bedford, démontre que c'est le phosphate de chaux qui en est la partie active; Liebig, à cette époque, imagine de traiter les os par l'acide sulfurique, il augmente ainsi leur efficacité comme engrais et crée cette industrie des superphosphates, qui devait prendre de nos jours un si prodigieux développement.

Pendant longtemps les seuls phosphates employés ont été les débris d'origine animale, les os; la quantité en était singulièrement limitée, les prix s'élevaient; l'inquiétude était grande : l'état des esprits à cette époque se montre clairement dans un Mémoire que publia Elie de Beaumont dans le recueil de la *Société nationale d'Agriculture;* il est intéressant d'en citer quelques fragments :

« Si l'on réfléchit à ce que pourrait devenir un jour le besoin de phosphate de chaux, lorsque l'épuisement général des terres serait plus sensible et mieux apprécié, on comprendra que la découverte de cette substance dans l'intérieur de la terre serait non seulement un service rendu aux vivants, mais encore l'accomplissement d'un devoir pieux envers les cendres des morts.

« Si l'on ajoute que, suivant toute apparence, le phosphate de chaux renfermé dans les sépultures n'est qu'une fraction peu considérable de la quantité que le sol de la France en a perdu, on verra que, pour pouvoir lui rendre la vigueur végétative qu'il possédait au temps des Celtes et des Gaulois, il faudrait que l'exploitation des couches qui contiennent du phosphate de chaux devînt une branche importante de l'industrie minérale.

« Colbert avait dit que la France pourrait périr faute de forêts, et tout le monde conçoit que sans la houille sa prédiction serait en voie de s'accomplir. De son temps, on aurait moins facilement

compris comment un grand pays pourrait périr faute de phosphore; c'est cependant ce qui finirait par arriver, si l'on ne parvenait pas à trouver dans la nature minérale des substances qui seraient en quelque sorte pour l'agriculture ce que la houille est pour l'industrie. »

L'appel d'Élie de Beaumont fut entendu; l'année même de la publication de son Mémoire (1856), un industriel français, de Molon, signala la présence de bancs de nodules de phosphate de chaux dans l'Argonne, dans le Pas-de-Calais à la limite du terrain jurassique et du terrain crétacé.

Dès cette époque ces gisements à fleur de terre, très faciles à exploiter, commencèrent à apporter sur le marché de la poudre de nodules: chose curieuse, au lieu d'applaudir à cette découverte, la presse agricole se montra défiante; on prétendit, avant tout essai, que ces phosphates fossiles n'étaient pas assimilables, qu'ils ne serviraient qu'à frauder le noir animal et il fallut quelques efforts pour ramener l'opinion un moment égarée[1].

Au reste, les essais de ce nouvel engrais sur les terres de défrichement de la Bretagne furent couronnés d'un tel succès que bientôt l'emploi de la poudre de nodules se généralisa et que les recherches des gisements devinrent de plus en plus actives; sous cette forme, les phosphates sont très répandus, on en trouve non seulement en France, en Angleterre, en Allemagne, mais aussi disséminés en Russie, à la surface du sol, sur d'immenses étendues.

Les recherches se multiplièrent; il y a une trentaine d'années on découvrit des phosphates en roche, dans le sud de notre pays, dans le Lot, Tarn-et-Garonne, le Tarn, le Gard, l'Ardèche; ces exploitations eurent un moment de prospérité.

Plus récemment on reconnut que des sables calcaires de la Somme, de l'Oise, du Pas-de-Calais, longtemps employés aux usages les plus vulgaires, renferment des quantités de phosphates suffisantes pour permettre une fructueuse exploitation.

Et ce n'est pas seulement en France que les gisements de phosphates se sont trouvés abondants : au Canada d'abord, dans la Caroline du Sud ensuite, on découvrit des bancs de phosphates qui, à partir de 1889, apportèrent sur le marché, chaque année, 500.000 tonnes; bientôt après furent reconnus les gisements de la Floride, qui paraissaient devoir être les plus riches du globe[2], quand un vétérinaire de l'armée, M. Philippe Thomas, vérifiant les idées émises par l'ingénieur des Mines Tissot, signala d'importants gisements de phosphate de chaux en Tunisie (1885)[1].

Cette découverte suscita en Algérie de nouvelles recherches, qui conduisirent à constater la présence de phosphates exploitables sur d'énormes étendues.

Les travaux de M. Philippe Thomas ont décelé, en Tunisie et en Algérie, l'existence d'une richesse jusque-là inconnue et qui dans peu d'années métamorphosera complètement notre France africaine.

Il est curieux de constater quel chemin a été parcouru depuis la publication du Mémoire d'Élie de Beaumont en 1856 : il y a quarante ans la pénurie de phosphates est telle qu'on pense à faire rentrer dans la circulation les phosphates contenus dans les ossements des Parisiens qui tapissent les longues galeries des Catacombes, à troubler le repos des morts, à exploiter les cimetières, et aujourd'hui les découvertes de gisements de phosphates se sont tellement multipliées que les prix se sont effondrés et que nombre d'exploitations sont arrêtées par impossibilité de produire, aux prix actuellement pratiqués sur le marché.

L'agriculture est donc largement approvisionnée ; on lui offre non seulement de la poudre de nodules, des scories de déphosphoration finement moulues, mais encore, et à des prix très bas, des superphosphates.

Que choisir? Pour le savoir, il convient de chercher comment l'acide phosphorique est assimilé par les plantes.

Le phosphate de chaux des os, des nodules, des scories, est complètement insoluble dans l'eau; celui des superphosphates, soluble après la fabrication, redevient insoluble lorsqu'il est introduit dans le sol, de telle façon qu'il faut concevoir comment ces composés sont, malgré leur insolubilité, saisis par les racines.

On a cru pendant longtemps que cette dissolution était due exclusivement à l'action des acides du sol; dès 1846, Dumas, puis Lassaigne montrèrent que le phosphate de chaux des os se dissout dans l'acide carbonique; la solubilité y est faible; elle augmente naturellement quand, au lieu d'agir avec une dissolution étendue d'acide carbonique, on emploie un liquide plus chargé.

L'action dissolvante de l'acide carbonique est, en outre, d'autant plus énergique que le phosphate mis en expérience est plus pauvre en carbonate de chaux; en effet, quand la dissolution d'acide carbonique attaque un mélange de carbonate

[1] Ad. Bobiere, Sur la solubilité du phosphate de chaux fossile dans l'acide carbonique. (*Comptes rendus*, 1857.) — Dehérain, Sur la solubilité des phosphates de chaux fossiles dans les acides du sol. C. R. 1857.

[2] Voyez à ce sujet l'article de M. Wilson (de New-York) sur *les Phosphates de la Floride* dans la *Revue* du 15 janv. 94.

[1] Gisements de phosphate de chaux des hauts plateaux de la Tunisie, par M. Philippe Thomas. (*Bulletin de la Société Géologique de France*, 3e série, tome XIX, p. 390.)

et de phosphate de chaux, on trouve que la quantité de chaux dissoute surpasse de beaucoup celle qui correspondrait à l'acide phosphorique dosé dans le liquide. C'est sur le calcaire que porte surtout l'action dissolvante de l'acide carbonique.

Les phosphates des os, ceux des nodules sont particulièrement efficaces dans les terres de landes, dans les défrichements, et, tandis qu'on trouve grand avantage à distribuer sur ces terres les phosphates fossiles simplement pulvérisés, on n'en obtient souvent aucun avantage sur les terres depuis longtemps cultivées. Peut-être ces différences d'action sont-elles dues, en partie au moins, à l'absence du calcaire dans les terres de défrichement, ce qui permet à l'acide carbonique de porter toute son action dissolvante sur le phosphate; on trouverait un appui à cette manière de voir dans une vieille observation des cultivateurs bretons : quand ils reconnaissent que leurs landes bénéficient de l'emploi des phosphates et de celui de la chaux, ils ont grand soin de ne jamais distribuer ensemble ces deux matières fertilisantes, et, au moment où le noir animal était le seul engrais phosphaté dont ils fissent usage, ils disaient : « La chaux brûle le noir » ; en d'autres termes, le noir animal, les phosphates ne produisent pas d'effet quand ils sont mélangés à la chaux. M. Paturel, directeur de la Station Agronomique du Lezardeau, qui a récemment étudié avec beaucoup de soin l'influence qu'exercent sur les sols de Bretagne les divers phosphates employés comme engrais, rapporte que les phosphates de la Somme riches en calcaire sont beaucoup moins efficaces que les phosphates des Ardennes ou du Pas-de-Calais, dont la teneur en calcaire est très faible [1].

Il semble toutefois que ce ne soit pas seulement à l'action dissolvante de l'acide carbonique que soit due l'efficacité des phosphates fossiles dans les terres de défrichement; dans ces terres les débris organiques accumulés ne donnent pas seulement naissance à de l'acide carbonique, mais aussi à de l'acide acétique; j'ai reconnu la présence de ce dernier acide dans une terre de bruyère du Loiret, il y a bien des années, et M. Paturel a retrouvé l'acide acétique dans le sol des landes de Bretagne plus récemment.

Or, quand on fait agir sur de la poudre de nodules de l'acide acétique en présence d'acide carbonique, on dissout des quantités notables d'acide phosphorique, surtout quand cette poudre de nodules est restée exposée à l'air pendant quelque temps et que l'oxyde de fer qu'elle renferme s'est suroxydé.

Dans les sols de défrichement les phosphates naturels réussissent donc sans qu'il soit besoin de leur faire subir aucune préparation avant de les employer; mais, ainsi qu'il vient d'être dit, il n'en est plus de même dans les terres depuis longtemps cultivées ; il faut souvent attendre plusieurs années pour voir ces phosphates exciter la végétation, tandis qu'au contraire sur ces mêmes terres les superphosphates, c'est-à-dire les phosphates minéraux traités par l'acide sulfurique, élèvent les rendements.

Les phosphates minéraux renferment de l'acide phosphorique uni à de la chaux, à de l'oxyde de fer, de l'alumine; on sait que l'acide phosphorique présente des capacités de saturation variables : il est uni tantôt à trois, tantôt à deux, tantôt à une partie de base; l'acide sulfurique, employé à la fabrication des superphosphates, enlève partiellement ou complètement ces bases, et on peut considérer un superphosphate comme un mélange de phosphate soluble, d'acide phosphorique libre et de sulfate de chaux ; quand ce mélange est introduit dans le sol, l'acide phosphorique s'unit à la chaux des calcaires, aux sesquioxydes des argiles et ne tarde pas à perdre toute solubilité dans l'eau ; mais les phosphates insolubles ainsi formés par précipitation sont bien différents des pierres dures, compactes, qui ont servi à la préparation du superphosphate.

Quoi qu'il en soit, assez rapidement l'acide phosphorique redevient insoluble, et il reste à concevoir comment les racines peuvent s'en emparer. Pendant longtemps on a cru que la dissolution des phosphates gélatineux produits par la précipitation de l'acide soluble des superphosphates était due à l'acide carbonique provenant de l'oxydation des matières organiques du sol ; mais dans ces derniers temps une autre opinion a été émise, et il convient de la discuter.

Tout le monde connaît la jolie expérience de J. Sachs, qui a été reproduite bien souvent : au fond d'une de ces terrines peu profondes qu'emploient les jardiniers pour les semis, on place une plaque de marbre bien polie, on recouvre d'une couche de sable, dans lequel on sème quelques graines : haricot, blé, avoine, puis on arrose ; les graines lèvent, les racines se développent, traversent le sable humide et viennent bientôt buter contre la plaque de marbre, elles y rampent, et si, après quelques semaines, on met fin à l'expérience, on trouve la plaque de marbre sillonnée de minces stries qui reproduisent fidèlement toutes les ramifications de la racine. Visiblement cette racine a sécrété un acide qui a corrodé, dissous le marbre. Quel est cet acide ? On a cru d'abord que c'était tout simplement de l'acide carbonique, mais bientôt on a songé à un acide fixe, et un agronome

[1] *Annales agronomiques*, tome XX, 316.

anglais, M. Bernard Dyer, a déterminé l'acidité du suc de différentes racines, qu'il a évalué en acide citrique; l'auteur admet, sans l'avoir démontré, que l'acide des racines est cet acide citrique commun dans le règne végétal et qu'on trouve, en effet, dans quelques tubercules, et notamment dans ceux de la pomme de terre.

Si nous admettons avec M. Bernard Dyer que l'acide sécrété par les racines est de l'acide citrique, nous concevrons comment les phosphates gélatineux, provenant de la précipitation de l'acide phosphorique soluble des superphosphates, peut être dissous par la racine, puis assimilé par la plante.

Il faut bien reconnaître cependant que cette manière de voir est encore purement hypothétique. En effet, il faudrait tout d'abord s'assurer que la racine sécrète bien cet acide citrique ; or, jusqu'à présent la démonstration n'a pas été faite. Quelques essais que j'ai tentés l'an dernier pour isoler cet acide citrique de racines variées ont complètement échoué, et, sans nier que la racine ne puisse dissoudre des phosphates, il reste douteux que cette dissolution soit la cause habituelle de l'assimilation de l'acide phosphorique.

Avant d'indiquer une autre manière de voir, j'ai besoin de rappeler quelques faits qui montrent combien sont variées les réactions qui se produisent dans le sol.

Il y a une vingtaine d'années, j'ai semé dans de grands pots à fleurs, renfermant de la terre de jardin, des haricots d'Espagne; quand ils eurent acquis une certaine hauteur, je les arrosai avec des dissolutions de plus en plus concentrées de sel marin, de chlorure de sodium ; naturellement les haricots finirent par périr; on les sécha, on les réduisit en cendres, dont on fit l'analyse; elles renfermaient une énorme quantité de chlorure de potassium, et pas de chlorure de sodium : les haricots étaient morts d'une pléthore de chlorure de potassium. Je ne retiens de cette expérience que le point suivant : on a introduit dans le sol du chlorure de sodium; celui-ci a réagi sur le carbonate de potasse toujours contenu dans les terres argileuses : il y a eu double décomposition, formation de chlorure de potassium, qui seul a été assimilé par la plante. Cette expérience fournit un exemple éclatant des métamorphoses que présentent dans le sol les matières introduites comme engrais.

Or, l'acide phosphorique subit facilement de semblables métamorphoses ; il y a déjà très longtemps que le baron P. Thénard, examinant une terre qui avait reçu l'année précédente une forte fumure de noir animal, fut très frappé de n'y plus retrouver le phosphate de chaux que le noir y avait introduit, mais bien des phosphates de sesquioxyde de fer et d'alumine.

J'ai eu moi-même occasion d'observer le même fait pour une terre de Sologne qui avait reçu du noir animal ; les acides minéraux permettaient bien d'en extraire de l'acide phosphorique; mais l'acide acétique, qui dissout les phosphates de chaux et de magnésie sans attaquer les phosphates de sesquioxyde, était sans action ; le phosphate de chaux du noir employé avait été transformé en phosphate de fer ou d'alumine.

Cette transformation est facile à réaliser dans le laboratoire. Qu'à l'imitation du baron P. Thénard, on place dans un appareil à eau de Seltz une petite quantité de phosphate de chaux et une cinquantaine de grammes de terre argileuse ; puis, qu'après quelques jours on recueille le liquide, on n'y trouvera plus d'acide phosphorique dissous. Le phosphate de chaux est cependant soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique ; mais cette dissolution réagit sur les oxydes gélatineux du sol, qui lui arrachent son acide phosphorique.

L'expérience réussit également en remplaçant la terre par de l'alumine et de l'oxyde de fer en gelée.

A ces expériences de laboratoire j'ajouterai une observation recueillie au champ d'expériences de Grignon, il y a déjà quelques années. Quelques-unes des parcelles de ce champ d'expériences, laissées sans engrais depuis 1875, ne donnèrent plus, à partir de 1887 et 1888, que des récoltes très médiocres; le dosage de l'acide phosphorique total avait accusé 1 gramme environ par kilogramme de terre, et, comme habituellement les superphosphates n'exercent aucune action sur notre sol de Grignon, on ne supposait pas que ce fût la pénurie d'acide phosphorique qui déterminât la diminution des récoltes; cependant, pour s'assurer que l'acide phosphorique se trouvait en quantité suffisante, on répandit en 1889, peut-être un peu tardivement, sur du trèfle rose, la valeur de 200 kilogr. de superphosphate à l'hectare, sur la moitié d'une parcelle, et sur la moitié d'une autre la valeur de 200 kilogr. de superphosphate et de 200 kilogr. de chlorure de potassium. L'effet sur le trèfle ne fut pas très marqué, mais il fut, au contraire, très sensible sur le blé qui lui succéda en 1890, puisqu'on recueillit seulement la valeur de 8 quintaux métriques de grain à l'hectare sur la parcelle qui n'avait pas reçu d'acide phosphorique, 22 quintaux quand on employa seulement les superphosphates et 24 quintaux métriques quand on distribua à la fois de l'acide phosphorique et de la potasse.

Or, dix ans auparavant, on avait analysé le sol des parcelles sur lesquelles les superphosphates venaient de si bien réussir. A cette époque on avait

trouvé par kilogr. 0 gr. 300 d'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique, par conséquent soluble également, mais à un moindre degré, dans l'acide carbonique; si l'on admet que la terre d'un hectare pèse jusqu'à une profondeur de 35 centimètres 4.000 tonnes, on voit que l'hectare renfermait à cette époque 1.200 kilogr. d'acide phosphorique, qui certainement n'ont pas été consommés par les maigres récoltes obtenues sur ces parcelles restées sans engrais; en cherchant de nouveau en 1890 l'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique, on n'en trouva plus. Visiblement cet acide s'était transformé; il avait contracté avec les sesquioxydes quelques-unes de ces combinaisons insolubles dans les acides faibles qui ne sont plus assimilables.

Comment se fait-il que, cependant, les superphosphates aient exercé une action marquée, puisqu'ils forment aussi de ces combinaisons insolubles? Il est à remarquer d'abord que la saturation de l'acide phosphorique libre des superphosphates a lieu au moins partiellement par les calcaires, et que par suite il se forme du phosphate de chaux soluble dans l'acide carbonique, et par conséquent assimilable; il est bien probable cependant que l'acide phosphorique soluble des superphosphates s'unit dans le sol à de l'oxyde de fer et à de l'alumine et produit ainsi des phosphates insolubles dans les acides faibles, mais ces phosphates sont attaqués par d'autres réactions. Si, en effet, le phosphate de chaux soluble et même les phosphates de potasse ou d'ammoniaque peuvent être décomposés par les sesquioxydes, la transformation inverse est également possible; si on place dans un flacon du phosphate de sesquioxyde de fer et du carbonate de potasse, on trouve en dissolution de l'acide phosphorique; de même, si on immerge dans de l'eau de Seltz ce même phosphate de fer et du carbonate de chaux, on trouve également de l'acide phosphorique en dissolution, et on conçoit que dans un milieu aussi peu homogène que la terre arable, des réactions inverses puissent se produire suivant les proportions des matières réagissantes.

Il est bien à remarquer, en outre, que, lorsqu'on fait usage de fumier de ferme, on apporte non seulement à chaque distribution de l'acide phosphorique, mais aussi du carbonate de potasse, qui maintient à l'état soluble dans l'eau ou dans les acides faibles l'acide phosphorique du sol. Or, toutes ces réactions sont bien plus faciles quand elles portent sur les phosphates récemment précipités des superphosphates que sur les pierres dures qui constituent les phosphates minéraux non traités. De là l'utilité de cette transformation des phosphates minéraux ou même des os en superphosphates.

Il est donc vraisemblable que les réactions qui se produisent dans le sol ont une part importante dans le maintien de l'acide phosphorique à l'état assimilable; mais il faut reconnaître que la plante elle-même intervient: quelques-unes sont capables d'utiliser des phosphates que d'autres ne peuvent s'assimiler; j'en citerai un exemple, encore emprunté au champ d'expériences de Grignon :

En 1891, de l'avoine dite des salines a été cultivée sur une parcelle divisée en deux parties : l'une reçut du superphosphate de chaux à la dose de 200 kilogr. à l'hectare, tandis que l'autre resta sans addition. On a obtenu les résultats suivants en grains, calculés à l'hectare :

Parcelles fumées les années précédentes.....		30 q. m.
Toujours sans engrais	Superphosph. en 1891	30
	Rien en 1891.....	28

Ainsi, tandis que le blé qui ne reçoit pas de superphosphate ne donne plus, sur les parcelles restées toujours sans engrais, que 8 quintaux métriques de grain, et monte à 22 par l'addition de superphosphate, que la récolte devient presque triple, l'avoine sans addition donne 28 quintaux et ne progresse qu'à 30 quand on lui a ajouté des superphosphates; il est donc manifeste que, pour cette plante, le sol des parcelles épuisées renferme de l'acide phosphorique à l'état assimilable, tandis qu'il n'en contient plus qu'une quantité insuffisante pour le blé. On serait donc conduit à supposer que les racines des divers végétaux exercent sur les phosphates des actions dissolvantes variées.

J'ai insisté peut-être trop longtemps sur cette question non encore élucidée; je m'excuserai sur l'importance agricole qu'elle présente, et, en outre, sur l'intérêt qu'il y aurait à la reprendre de nouveau pour démêler l'action des acides du sol et celle des acides des racines sur la dissolution et l'assimilation des phosphates.

III. — Les exigences de la vigne.

Les ravages du phylloxera, ceux des maladies cryptogamiques qui se sont abattues sur la vigne ont provoqué de nombreux travaux : on a combattu le phylloxera, le mildiou, l'antrachnose, etc., etc., on a, en outre, étudié les procédés de vinification particulièrement en Algérie et en Tunisie où elle présente de sérieuses difficultés; on a cherché, enfin, comment devaient être employées dans nos différents vignobles les matières fertilisantes, et c'est là le sujet dont je veux m'occuper aujourd'hui. Visiblement, le point de départ de cette recherche repose sur la connaissance des exigences de la vigne, c'est-à-dire des quantités d'azote, d'acide phosphorique, de potasse que consomme un hectare de vigne dans les diverses régions de la France. M. Muntz, dont le nom est bien connu des lecteurs

de ce recueil, s'est livré depuis plusieurs années à un travail considérable pour élucider cette importante question[1]. M. Muntz, détermine, pour un certain nombre de pieds, le poids de la vendange, celui des feuilles, celui des sarments, suivant le mode de taille usité; il analyse séparément chacune de ces parties et, en rapportant à l'hectare, il peut calculer ce que chacun de ces éléments consomme de matière fertilisante, puis, en faisant la somme, ce qu'exige la récolte entière. En comparant les résultats obtenus dans les diverses régions, il arrive à des conclusions curieuses : il constate que les grandes récoltes obtenues dans le Midi de la France, qui s'élèvent à 190 hectol. à l'hectare pour les vignes soumises à la submersion, à 80 pour les vignes de montagne, ne consomment, par hectolitre de vin produit, que de 0 k. 900 à 0 k. 512 d'azote, que 0 k. 095 à 0 k. 187 d'acide phosphorique et que 0 k. 296 à 0 k. 500 de potasse. Les vignes du Roussillon donnent des chiffres analogues; mais il en est tout autrement des grands vins du Médoc : ils fournissent, en moyenne, 25 hectolitres à l'hectare; mais, pour produire un hectolitre, la vigne consomme 1 k. 640 d'azote, 0 k. 560 d'acide phosphorique et 2 k. 120 de potasse; les grands vins de Bourgogne consomment un peu moins, tandis que les vignes de la Champagne, qui ne produisent en moyenne que 20 hectolitres à l'hectare, utilisent, pour chaque hectolitre produit, 2 k. d'azote, 0 k. 478 d'acide phosphorique et 2 k. 174 de potasse. — Au premier abord, ces différences paraissent paradoxales; la vigne semble exiger d'autant plus qu'elle produit moins; pour comprendre ces résultats singuliers établis par des analyses et des pesées nombreuses, il faut savoir comment ces divers éléments sont répartis entre les produits que donne l'hectare de vigne; c'est là ce que M. Muntz va nous enseigner. Il est à remarquer d'abord que le vin, le seul produit exporté du domaine, ne prend qu'une très faible fraction des quantités totales que nous venons d'indiquer.

Voici, en effet, quelle est la composition d'un litre de vin du Bordelais pris au vignoble de Vergnes, dans le canton de Sainte-Foy-la-Grande :

Azote	0gr1013.	Cendres	0,820.

renfermant :

A. phosph.	0,144	Chaux	0,153
Potasse	1,354	Magnésie	0,096

Après avoir analysé séparément chacun des produits provenant de la récolte d'un hectare, M. Muntz a pu dresser pour la récolte de 1891 le tableau I :

Tableau I. — Quantités de matières fertilisantes absorbées par hectare de vigne.

	AZOTE	ACIDE PHOSPHORIQUE	POTASSE	CHAUX	MAGNÉSIE
Vin 44 hectol. 300...	0.457	0.639	6.099	0.679	0.042
Marcs de pressoir, 243 k. secs	4.374	1.677	2.669	1.944	0.292
Marcs de chapeau, 24 k. secs	0.432	0.151	0.303	0.218	0.038
Rafles enlevées, 12 k. 670 sèches	0.244	0.068	0.351	0.122	0.029
Feuilles 1566 k. sèc.	32.268	7.206	13.000	80.670	17.074
Sarments 1755 k. secs	10.524	3.686	14.918	20.006	4.562
Totaux	48.299	13.427	37.322	103.639	22.027

On voit que ce sont les feuilles qui renferment la majeure partie des matières fertilisantes totales. Or, ces feuilles tombent sur le sol et s'y décomposent; par conséquent les matières qu'elles renferment ne sont pas exportées du domaine; les sarments sont habituellement brûlés, leurs cendres reviennent au tas de fumier, ainsi que les marcs et les rafles; en sorte que les 44 hect. 39 de vin seuls exportés n'emportent avec eux qu'environ 1/2 kilog. d'azote, pas sensiblement plus d'acide phosphorique et 6 kilos de potasse. Ainsi, la vigne est une des cultures qui épuisent le moins le sol; elle a pu se maintenir pendant des siècles sur les terres les plus pauvres et continuer à y donner des récoltes.

En s'appuyant sur ces résultats, il semblerait que les fortes fumures sont inutiles; et cependant les vignerons champenois, notamment, donnent à leur sol des quantités considérables de matières fertilisantes, dans certains vignobles la dépense d'engrais est notable; non seulement à la troisième année de sa plantation la vigne reçoit des quantités considérables de fumiers et des terrages, mais, en outre, chaque année, des composts renfermant de 150 à 60 k. d'azote, de 150 à 47 k. d'acide phosphorique et de 218 à 147 k. de potasse.

Ces quantités dépassent de beaucoup les exigences de la vigne. « Mais ces principes ne s'accumulent pas indéfiniment dans le sol. En effet, les terres qui sont en exploitation depuis de longues années et qui ont reçu les fumures dont nous venons de parler, ne sont pas, comme on pourrait le croire, exceptionnellement enrichies. Il est vrai qu'elles renferment beaucoup d'acide phosphorique, cet élément restant acquis au sol; elles contiennent aussi beaucoup de potasse, quoique la terre de la Champagne soit pauvre sous ce rapport. Mais l'azote est en faible proportion : il nitrifie

[1] *Comptes rendus*, tome CXX, p. 514; *Annales agronomiques*, tome XVIII, p. 145; *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, XIVe année, p. 501, etc., etc. Cette revue était écrite au moment où M. Muntz a fait paraître un ouvrage d'un haut intérêt : *Les Vignes*, dans lequel il a réuni toutes ses observations; ce volume (Berger-Levrault) est trop important pour être analysé dans une note rapide. J'y reviendrai. P. P. D.

rapidement et se trouve enlevé par les eaux pluviales : celui qu'on donne en si grande abondance est donc rapidement perdu. »

Ces fortes fumures n'ont pas cependant d'influence sensible sur l'abondance des récoltes, et on obtient des rendements analogues de terres recevant des fumures qui varient du simple au double.

« Cherchons la raison pour laquelle les vignerons de la Champagne donnent des fumures si fortes qu'elles peuvent paraître exagérées en comparaison des besoins de la plante. De pareilles pratiques culturales, qui ont la consécration du temps, ont presque toujours leur raison d'être : elles sont basées sur une longue observation des faits et les sacrifices qu'elles imposent donnent de fortes présomptions de leur utilité réelle. »

Ces fumures azotées paraissent, au premier abord, d'autant plus exagérées que la plus grande partie de l'azote absorbé par la vigne se retrouve dans les feuilles qui restent sur le domaine; mais c'est qu'en réalité ce ne sont pas les vignes qui absorbent les doses considérables d'azote ajoutées chaque année, ce sont les eaux, qui lavent la terre et s'infiltrent dans le sous-sol, qui les enlèvent.

Nous nous trouvons en présence d'une lutte incessante du viticulteur contre cette cause incessante de déperdition. Il apporte d'une façon continue et en forte proportion des matières azotées, parce que celles-ci sont entraînées graduellement par les pluies à l'état de nitrates.

« S'il arrêtait cet apport de matériaux azotés, nous verrions rapidement le sol s'appauvrir, puisque, déjà, malgré ces apports considérables, nous le trouvons pauvre en azote. Ces terres dévorent, pour ainsi dire, les engrais organiques, elles détruisent l'azote ainsi que la matière humique qui l'accompagne et qui est brûlée rapidement. Si l'on interrompait trop longtemps les fumures, le sol ne contiendrait plus qu'une partie insignifiante de ce qui lui a été donné, et la plante n'y trouverait plus à sa suffisance de quoi nourrir tout le système foliacé et, par suite, le végétal tout entier ne tarderait pas à péricliter. »

Les faits constatés par M. Muntz présentent le plus haut intérêt; on en peut déduire que, lorsqu'on veut calculer les quantités de matières fertilisantes que consomme une récolte, il faut tenir compte et des exigences de la plante elle-même, et des pertes de nitrates dues au lavage du sol.

Ces pertes varient d'une terre à l'autre : une terre bien travaillée, meuble, en poudre, humide, perd infiniment plus qu'une terre compacte ou qu'une terre sèche. Ces pertes varient sur la même terre d'une année à l'autre, suivant l'abondance des récoltes et la distribution des pluies. La quantité de nitrate formée dans une terre est tout à fait indépendante de la récolte sur pied; si la récolte est abondante, la plus grande partie des nitrates formés est retenue, les eaux de drainage sont pauvres; si, au contraire, un élément fait défaut dans le sol; si, par exemple, la fumure azotée est copieuse et les phosphates rares, la récolte est misérable et les eaux de drainage très chargées.

Les déperditions varient, en outre, d'une année à l'autre; si les pluies sont abondantes pendant l'été et rares en hiver, la quantité d'eau qui traverse le sol est minime et les proportions de nitrates entraînés très faibles : c'est ce que j'ai nettement observé en 1894; il en avait été tout autrement en 1893 : la sécheresse a sévi pendant toute la belle saison, tandis que l'hiver a été humide; les quantités de nitrates enlevés ont été considérables.

Les études auxquelles je me suis livré sur ce sujet depuis plusieurs années m'ont conduit à ces deux règles : 1° Les pertes d'azote nitrique par les eaux de drainage sont en raison inverse de l'abondance des récoltes. 2° Elles sont en raison directe de l'abondance des pluies d'automne et d'hiver.

Ces notions peuvent servir de guide aux cultivateurs dans l'emploi des engrais azotés : en 1893, nous avons eu sur les cases de végétation de Grignon une mauvaise récolte de blé; celle de 1894, au contraire, a été assez bonne; on pourrait croire que le sol est plus épuisé après la récolte de 1894 qu'après celle de 1893, il n'en est rien : si l'on ajoute à l'azote contenu dans la faible récolte de 1893 celui que renfermaient les eaux de drainage, on trouve que la mauvaise récolte de 1893 a plus épuisé le sol que la bonne récolte de 1894, et on reconnaît quelle erreur on commettrait si l'on se bornait, pour calculer les pertes du sol, à ne tenir compte que des exigences des récoltes.

S'il est facile d'apprécier la richesse d'une terre en acide phosphorique et en potasse, en retranchant des engrais distribués les prélèvements des récoltes, puisque pour ces matières bien retenues par la terre arable il n'est pas de causes occultes de perte, — il n'en est plus de même pour les matières azotées, puisque, aux quantités prises par les récoltes, s'ajoutent les entraînements des nitrates par les eaux de drainage, entraînements qui sont essentiellement variables d'une terre à l'autre, d'une saison à l'autre. Cette déperdition d'azote par les eaux de drainage fait comprendre comment les apports d'engrais azotés ne sont pas réglés seulement par les exigences de la plante à cultiver, mais aussi par la nature du sol sur lequel cette culture est placée; et c'est ce que démontre avec une rare précision l'étude récente que vient de faire M. Muntz du vignoble de la Champagne.

P. P. Dehérain,
Membre de l'Académie des Sciences.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LA TECHNIQUE DE LA SÉPARATION DE L'ARGON ET L'ANALYSE DE L'AIR. APPAREILS DE LORD RAYLEIGH ET DU PROFESSEUR WILLIAM RAMSAY.

Les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* ont été tenus au courant des divers travaux auxquels a donné lieu la mémorable découverte de lord Rayleigh et du Professeur Ramsay[1]. Pour compléter les renseignements donnés dans la *Revue*, à plusieurs reprises, il nous a paru intéressant de reproduire les appareils employés dans ces belles recherches, appareils qui ont désormais un caractère historique comme ceux de Lavoisier, de Dumas et de Stas pour l'analyse de l'air et de l'eau.

La figure 1 représente le premier appareil employé pour répéter l'expérience de Cavendish sur la composition de l'air atmosphérique au moyen des étincelles électriques. Les essais effectués dans ce tube eudiométrique ont montré que le résidu signalé par Cavendish était proportionnel à la quantité d'air employé et représentait par suite un composant constant de l'air atmosphérique.

La figure 2 représente le premier appareil construit pour extraire l'argon de l'air atmosphérique en absorbant l'azote par le magnésium chauffé au rouge.

Le tube A est rempli de tournure de magnésium légèrement tassée; B contient de l'oxyde de cuivre, C de la soude caustique, D de l'anhydride phosphorique. E est un mesureur gradué et F un gazomètre contenant de l'azote atmosphérique.

Les tubes étaient d'abord chauffés et vidés au moyen de la pompe Sprengel. Quand l'absorption des gaz se ralentissait, on recueillait tous les gaz au moyen de la pompe de Sprengel et on changeait le tube à magnésium. La première expérience faite au moyen de cet appareil fournit 50 cent. cubes d'argon presque pur, sur lesquels on put effectuer une mesure de densité.

On monta alors l'appareil représenté par la figure 3 pour opérer sur une plus grande échelle.

A et B ont des gazomètres en verre de 10 litres de capacité. C est un dispositif permettant d'introduire dans A le gaz contenu dans un tube à essai. Le tube D est rempli à moitié de soude caustique et à moitié d'anhydride phosphorique; de même le tube E, qui est maintenu au rouge, contient à la fois du cuivre poreux réduit et de l'oxyde de cuivre en grains. F contient de la soude en grain et G du magnésium en tournure chauffé au rouge. H renferme de l'anhydride phosphorique et I de la soude.

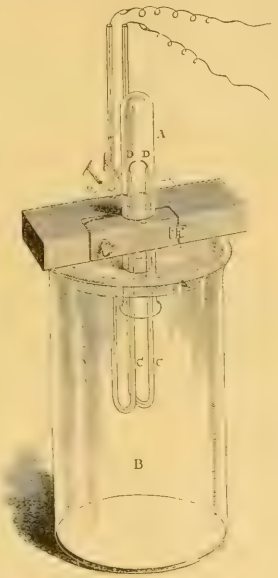


Fig. 1. — *Appareil employé pour répéter l'expérience de Cavendish sur la composition de l'air atmosphérique.* — A, éprouvette retournée sur une solution de potasse caustique, et renfermant à sa partie supérieure l'air à analyser; B, vase contenant une solution diluée de potasse caustique; C C, tubes de verre renfermant les fils de platine conducteurs du courant électrique; D D, extrémités des fils de platine entre lesquelles jaillit l'étincelle.

Les dix litres d'azote employés, ayant été réduits par les absorptions effectuées dans cet appareil à 1.500 cent. cubes, furent traités, pour obtenir une absorption plus complète, dans l'appareil représenté par la figure 4, qui évite le contact du gaz avec de grandes masses d'eau.

La pompe de Sprengel et les appareils C et G permettaient de faire passer le gaz un grand nombre de fois dans les tubes, qui contenaient, D et B de la soude et de l'anhydride phosphorique, E du cuivre métallique et de l'oxyde de cuivre, F du magnésium.

Cet appareil permit d'obtenir 200 cent. cubes d'un gaz dont la densité par rapport à l'hydrogène fut trouvée égale à 19,086. Le spectre de ce gaz donnait encore les raies de l'azote, plus un certain nombre de raies n'appartenant à aucune substance connue.

La figure 5 représente l'appareil employé pour la préparation en grand de l'argon au moyen du magnésium. La disposition est tout à fait analogue à celle des appareils précédents; mais, pour faciliter la préparation, le mouvement du gaz, à partir du réservoir B à travers les tubes de purification et d'absorption C, D, E, est produit automatiquement par un circulateur indiqué sur la gauche de la figure. Le mercure d'un petit réservoir *b* s'écoule goutte à goutte en entraînant le gaz qu'il abandonne dans un réservoir *c*; il passe de là dans un tube *d* d'où il est aspiré par une trompe à eau et ramené en *b*.

Cet appareil permet d'absorber environ 30 litres d'azote par jour. Dans une des expériences effectuées, 93 litres d'azote atmosphérique furent absorbés par 409 grammes de magnésium, et produisirent 921 cent. cubes d'argon pur.

La combinaison de l'azote avec l'oxygène, sous l'influence des étincelles électriques, peut être employée

[1] Voyez : Lord J. W. Rayleigh et M. William Ramsay : La préparation et les propriétés de l'Argon, nouveau constituant de l'atmosphère. *Revue générale des Sciences* du 15 février 1895; tome VI, pages 90 à 99.

M. William Crookes : Les spectres de l'Argon. *Revue générale des Sciences* du 15 février 1895, tome VI, pages 99 à 101.

M. K. Olszewski : La liquéfaction et la solidification de l'Argon. *Revue générale des Sciences* du 15 février 1895, tome VI, pages 101 à 103.

Discussion sur l'Argon à la Société Royale de Londres. *Revue générale des Sciences* du 15 février 1895, tome VI, pages 103 à 107.

M. Louis Olivier : Les discussions sur l'Argon. Opinions de MM. Gladstone et Lecoq de Boisbaudran. *Revue générale des Sciences* du 28 février 1895; tome VI, pages 199 et 200.

M. G. Charpy : Les nouvelles découvertes du Prof. William Ramsay sur l'Argon et la découverte de l'Hélium. *Revue générale des Sciences* du 15 avril 1895, tome VI, pages 297 et 298.

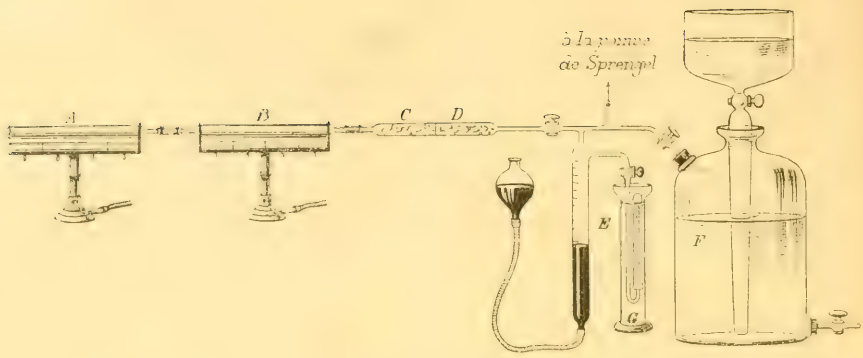


Fig. 2. — *Premier appareil construit pour extraire l'Argon de l'air atmosphérique.* — A, tube à combustion rempli de tournure de magnésium ; B, tube renfermant de l'oxyde de cuivre ; C, tube contenant de la chaux sodée ; D, tube contenant de l'anhydride phosphorique ; E, volumètre gradué ; F, gazomètre contenant de l'azote atmosphérique ; G, dispositif permettant d'introduire dans E le gaz contenu dans un tube d'essai.

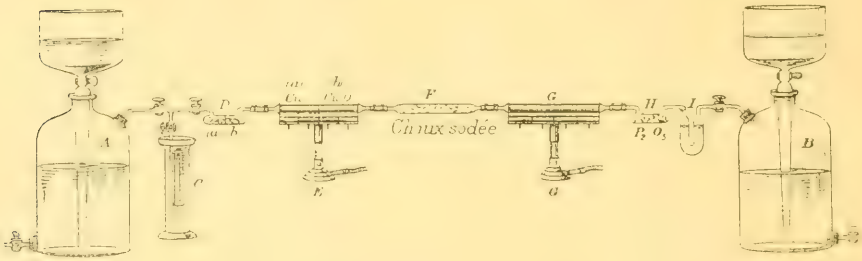


Fig. 3. — *Appareil destiné à extraire l'Argon de l'air en assez grande quantité.* — A,B, gazomètres d'environ 10 litres de capacité ; C, dispositif permettant d'introduire dans A le gaz contenu dans un tube d'essai ; D, tube contenant de la chaux sodée (*a*) et de l'anhydride phosphorique (*b*) ; E, tube contenant du cuivre poreux (*a*) et de l'oxyde de cuivre granulé (*b*) ; F, tube à chaux sodée ; G, tube renfermant de la tournure de magnésium ; H, tube à anhydride phosphorique ; I, tube à chaux sodée.

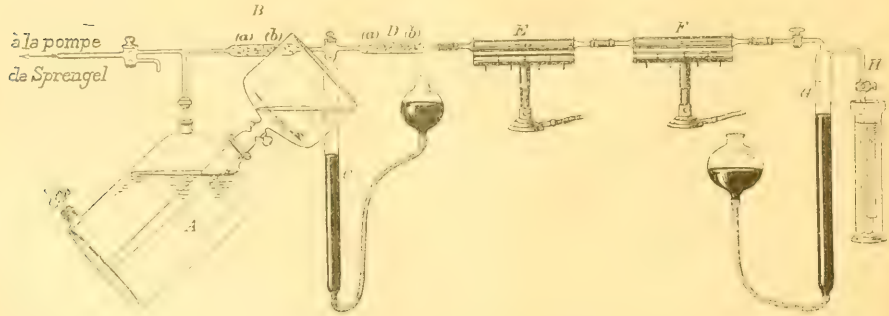


Fig. 4. — *Autre appareil pour la production de l'Argon en grandes quantités.* — A, gazomètre ; B, D, tubes contenant de la chaux sodée (*a*) et de l'anhydride phosphorique (*b*) ; G G, réservoirs à gaz ; E, tube contenant, en partie du cuivre métallique, en partie de l'oxyde de cuivre ; F, tube contenant de la tournure de magnésium ; H, dispositif permettant d'introduire ou de retirer du gaz de l'appareil.

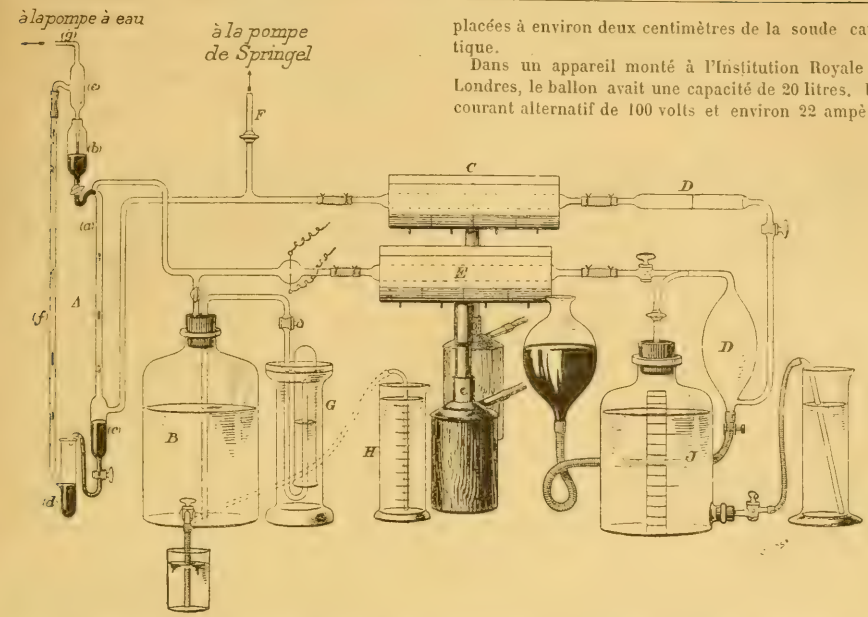


Fig. 5. — *Appareil destiné à extraire de l'air de grandes quantités d'Argon.* — Il offre une disposition analogue à celle des appareils précédents. Un circulateur A facilite le mouvement des gaz.

à isoler l'argon si l'on opère avec des appareils électriques suffisamment puissants. La figure 6 représente le dispositif employé ; le mélange gazeux arrive dans un ballon, de grande capacité, à moitié rempli par une solution de soude caustique et refroidi à la partie supérieure par un courant d'eau.

L'étincelle produite par une bobine de Ruhmkorff ou un transformateur éclate entre deux pointes de platine placées à environ deux centimètres de la soude caustique.

Dans un appareil monté à l'Institution Royale de Londres, le ballon avait une capacité de 20 litres. Un courant alternatif de 100 volts et environ 22 ampères passait dans un transformateur, qui permettait d'obtenir sur les pôles de platine une différence de potentiel d'environ 1.500 volts. Dans ces conditions on obtenait l'absorption de sept litres par heure du mélange gazeux contenant onze parties d'oxygène pour neuf parties d'air atmosphérique,

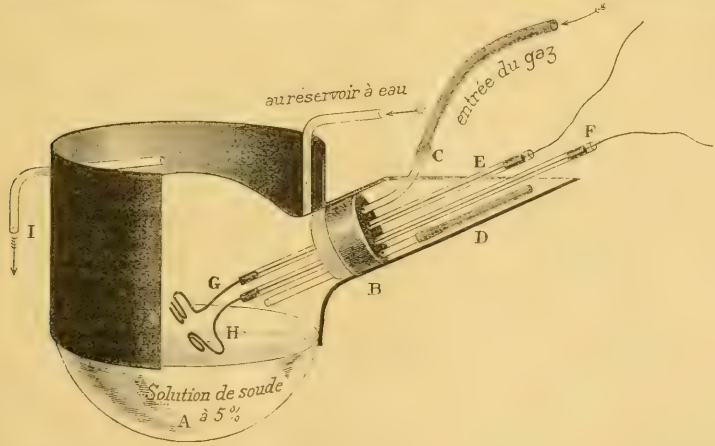


Fig. 6. — *Appareil destiné à extraire l'Argon de l'air par combinaison de l'azote avec l'oxygène.* — A, ballon renfermant à sa partie inférieure une solution de soude caustique et fermé par un bouchon B percé de 4 trous; C, tube pour l'entrée des gaz; D, tube pour l'extraction de l'argon; E, F, tubes de verre renfermant les fils de platine conduisant le courant électrique; G, H, électrodes entre lesquelles jaillit l'étincelle; I, manchon où circule un courant d'eau destiné à refroidir la partie supérieure du ballon A.

G. Charpy,
Docteur ès sciences.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Laisant (C.-A.) et **Lemoine** (E.), *Directeurs de l'Intermédiaire des Mathématiciens.* — **Traité d'Aritmétique**, *suivi de* **Notes sur l'Ortografie simplifiée**, par P. Malvezin. — 1 *vol. petit in-8° de* 175 *pages.* (*Prix : 5 fr.*) *Gauthier-Villars et fils, Paris*, 1895.

On ne saurait, en parcourant ce petit traité d'Arithmétique que viennent de faire paraître MM. Laisant et Lemoine, leur reprocher de suivre des sentiers battus. Et c'est là une remarque qu'on a bien rarement occasion de faire à propos d'ouvrages d'un caractère aussi élémentaire. Car, ce n'est point un livre savant qu'ont entendu écrire nos auteurs, mais un traité très élémentaire pouvant être mis entre les mains de personnes n'ayant aucune notion sur l'arithmétique. On n'y trouve aucune théorie nouvelle, mais l'exposition des principes faite d'une façon très simple, grâce à la précision donnée à la notion de nombre restée jusqu'à ce jour assez obscure dans les ouvrages didactiques.

MM. Laisant et Lemoine définissent le nombre simplement comme une locution ou un signe destiné à désigner une quantité et toutes celles qui lui sont égales, de manière à les distinguer nettement de celles qui sont plus grandes ou plus petites ; il suffit de parcourir leur livre pour se convaincre que, par cette définition, les auteurs ont rendu plus facile la numération des entiers, des fractions et même des quantités incommensurables, tout en se maintenant sur un terrain accessible à tous les esprits.

Ce petit livre n'est pas, au surplus, moins original par la forme que par le fond, les auteurs ayant adopté l'orthographe simplifiée que préconise la Société « filologique » française. Cette manière d'écrire va contre nos habitudes ; aussi ne laisse-t-elle pas que d'un peu nous surprendre au premier abord ; mais il faut se mettre en garde contre cette première impression, car on ne tarde pas à reconnaître que cette nouvelle orthographe est infiniment plus logique que celle de l'usage, ou plutôt qu'elle est logique, alors que l'autre ne l'est pas. Ce n'est point là une qualité faite seulement pour complaire à des esprits précis et rigoureux ; elle comporte, en outre, l'inappréciable avantage de soulager le bagage dont on s'est plu, jusqu'à ce jour, à surcharger le cerveau des enfants, en leur épargnant l'étude de règles de pure convention venant compliquer comme à plaisir des notions qui devraient logiquement être réduites au maximum de simplicité. L'apôtre de cette réforme de l'orthographe, M. Malvezin, a, dans un appendice, résumé les motifs parfaitement fondés qui justifient les principales simplifications réclamées dans l'orthographe usuelle. M. D'Ocagne.

Hatt (Ph.), *Ingénieur hydrographe de la Marine.* — **Les Marées.** — 1 *vol. petit in-8° de 225 pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché, 2 fr. 50 ; cartonné, 3 fr.*) *Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1895.

M. Hatt a publié de nombreux travaux sur les marées, et depuis longtemps déjà il dirige l'*Annuaire* qui permet de les calculer à l'avance. La rédaction du *Manuel* que nous annonçons ne pouvait donc être confiée à un auteur plus compétent. Elle offrait d'ailleurs de nombreuses difficultés : car le problème à exposer est des plus ardus et il est loin d'être résolu dans toute sa généralité.

L'observation superficielle des marées qui se produisent dans les mers d'Europe montre que ce phénomène est dû à l'action combinée de la Lune et du Soleil ; et c'est la cause à laquelle les anciens attribuaient déjà le flux et le reflux. Aucune théorie n'était donc possible avant la découverte du principe de l'attraction universelle : aussi la première théorie analytique du phénomène est-elle due à Newton qui chercha la figure momentanée d'équilibre prise par la masse des eaux sous l'influence attractive d'un astre : ce serait celle d'un ellipsoïde dont le grand axe passerait constamment par cet astre, et, par suite, ferait le tour de la Terre en vingt-quatre heures environ.

Mais ce mouvement est trop rapide pour que le problème puisse être ainsi considéré à un point de vue purement statique : il faut avoir égard à la théorie du mouvement des liquides et c'est ce qu'a fait Laplace, qui, en partant des principes de l'hydrodynamique, pose les équations différentielles du mouvement dans le cas le plus général. Ne pouvant intégrer ces équations, il étudie les oscillations d'une masse fluide recouvrant un sphéroïde doué d'un mouvement de rotation ; même dans cette hypothèse spéciale, les équations du mouvement n'ont pu être intégrées, et, malgré tous les efforts des géomètres, la théorie pure n'a pas subi de modifications sensibles depuis Laplace.

Il a donc fallu étudier des cas plus simples, dans lesquels l'intégration est possible. L'ouvrage de M. Hatt s'est trouvé ainsi divisé naturellement en trois parties :

I. — *Théorie générale de Laplace* : établissement des équations générales du mouvement et étude du cas particulier des oscillations de la mer sur un globe entièrement recouvert d'eau. Perfectionnements de MM. Thomson et de Darwin.

II. — *Mouvement oscillatoire d'un liquide dans un canal horizontal de section rectangulaire.* Ce cas, dans lequel l'intégration est possible, s'applique seulement à l'étude des marées dans les rivières et dans les canaux.

III. — *Théorie générale de la marée.* Cette dernière partie pourrait être appelée la théorie des marées au point de vue pratique, car on y obtient empiriquement la formule de la marée en établissant, au moyen d'un théorème de Laplace, une relation entre les forces astronomiques et le mouvement de la mer.

La formule de la marée s'obtient ainsi exprimée par une série de termes périodiques dépendant des multiples successifs de l'angle horaire de l'astre qui produit la marée ; autrement dit, la marée totale est ainsi une somme d'ondes de périodes déterminées.

Dans la théorie faite par Laplace, à ce point de vue, tous ces termes sont condensés en groupes ; Thomson, au contraire, a considéré chaque terme isolément et a déterminé par l'observation l'amplitude et la situation de chacune de ces ondes : c'est ce qui constitue son *Analyse harmonique* des marées. Et la troisième partie de l'ouvrage de M. Hatt est consacrée à l'exposition des théories de Laplace et de Thomson, au point de vue particulier que nous venons d'indiquer.

Les coefficients des termes sensibles étant déterminés pour un lieu, il devient alors possible de calculer pour ce lieu toutes les circonstances de la marée. Mais cela exige des calculs fort longs, qui sont considérablement abrégés par une ingénieuse machine imaginée par sir W. Thomson et connue sous le nom de *Tide predicter*. Malheureusement cette machine est fort coûteuse et n'a été construite encore que pour l'*India-Office ;* espérons que bientôt une machine analogue pourra être acquise par le *Dépôt de la Marine*, obligé aujourd'hui à consacrer une assez forte somme annuelle au calcul des données qu'il publie dans son *Annuaire des marées.* G. Bigourdan.

2° Sciences physiques.

Perreau (F.), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Nancy.* — **Etude expérimentale de la Dispersion et de la Réfraction des Gaz.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1895.

La connaissance de la dispersion permet de soumettre au contrôle de l'expérience les diverses théories que l'on peut proposer pour expliquer la marche de la lumière dans un milieu pondérable, et, comme les gaz sont les milieux les plus simples, ceux dont les propriétés mécaniques sont les mieux connues, il y a, malgré les graves difficultés que doit présenter une semblable étude, un véritable intérêt à déterminer la dispersion des gaz. D'autre part, la connaissance de la réfraction de l'air permettrait de réduire au vide les déterminations de longueur d'onde effectuées dans l'air; M. Michelson, dans l'admirable travail que connaissent bien les lecteurs de la *Revue* [1], a pu mesurer la longueur d'onde de la lumière rouge du cadmium avec une incroyable précision; la mesure de l'indice de réfraction de l'air devrait être poussée jusqu'à la même approximation, si l'on voulait utilement faire une semblable réduction. Sur ce point, M. Perreau n'a pu que donner une valeur qu'il estime être déterminée avec une précision du même ordre que celle des nombres précédemment trouvés; c'est un résultat qui n'est point inutile, puisqu'il fournit un élément de plus à un calcul de moyennes; mais l'intérêt principal du travail est incontestablement l'étude habilement poursuivie de la dispersion de l'air, de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique.

La méthode employée par l'auteur est la méthode interférentielle déjà utilisée par Arago, Jamin, MM. Fizeau, Benoît, Mascart, et, comme M. Mascart l'avait déjà fait dans son grand travail classique sur la réfraction des gaz, M. Perreau a recours à la production d'un spectre cannelé; mais, par une très simple modification, le spectre cannelé existera, que le retard ait lieu sur l'un ou sur l'autre des deux faisceaux interférents, ce qui permettra de compter les franges dans deux spectres qui ont le même aspect. Pour obtenir des points de repère dans le spectre, on place devant la fente du collimateur du spectroscope deux fils de cadmium entre lesquels on fait éclater une étincelle d'induction.

Les gaz sur lesquels ont porté les mesures ont été très soigneusement préparés, très consciencieusement analysés; tous les calculs des expériences sont conduits avec méthode et rigueur; le résultat obtenu, et que constate l'auteur avec une certaine mélancolie, est que la dispersion va en croissant dans l'ordre suivant : air, acide carbonique, hydrogène, oxyde de carbone; il n'y a donc aucun lien entre cette constante et la densité ou la réfraction, et cette conséquence fait penser qu'une théorie de l'influence de la matière pondérable sur les vibrations de l'éther doit être singulièrement difficile à édifier.

La thèse est clairement rédigée, mais M. Perreau n'est pas de ceux qui abusent dans la rédaction des titres alléchants et des sous-titres présomptueux, qui multiplient les chapitres et les paragraphes, et dont le travail a pour principal mérite une pompeuse table de matières. Dans son mémoire, historique, expériences, calculs, conclusions se suivent en ordre, parfait sans doute, mais trop dissimulé; le lecteur aventureux qui entreprendra la lecture intéressante de ce travail ne devra compter sur aucun guide, sur aucun poteau indicateur pour faciliter son exploration. Cette très légère critique n'enlève rien au mérite de l'auteur. M. Perreau a eu le courage de s'attaquer à une question difficile, un peu délaissée aujourd'hui, et ses efforts ne sont pas restés infructueux. Lucien Poincaré.

[1] A. Michelson : Les Méthodes interférentielles en Métrologie. *Rev. gén. des Sc.* du 30 juin 1893, t. IV, p. 369 à 377.

Etard (A), *Répétiteur de Chimie à l'Ecole Polytechnique.* **Les nouvelles Théories chimiques.** — 1 *vol. petit in-8° de 200 pages avec 56 figures de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.*) *Gauthier-Villars et fils, et G. Masson, éditeurs. Paris,* 1895.

La Chimie théorique, qui, il y a quelques années à peine, se résumait dans quelques considérations générales placées en tête des ouvrages de Chimie, a pris depuis peu un développement considérable et s'est constituée en une branche spéciale de la Science; des ouvrages étendus, tels que ceux de Lothar Meyer, de M. Ostwald et de M. Mendelejeff, lui ont été consacrés, dans lesquels se trouvent développés les principaux résultats acquis, ainsi que les chapitres actuellement à l'étude; des manuels relatifs à la technique des méthodes les plus usuelles ont aussi été publiés; enfin, un journal dirigé par MM. Ostwald et Van't Hoff, qui paraît depuis 1887, s'est fait l'organe de tous les travaux relatifs à la physico-chimie.

Le spécialiste dispose donc de tous les moyens nécessaires pour travailler utilement les diverses questions à l'ordre du jour dans ce riche domaine.

Il nous manquait cependant un ouvrage plus condensé, dans lequel le chimiste qui ne se voue pas d'une façon spéciale à ce genre d'études pût s'initier aux grands principes de la physico-chimie sans être obligé de suivre, dans tous les détails et dans tous les développements, les progrès de cette science. C'est cet ouvrage que M. Etard vient d'écrire pour l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.

Après avoir défini les actions chimiques générales, l'auteur aborde : l'étude de la théorie atomique et de la théorie cinétique, les propriétés chimiques des molécules dépendant des états physiques (densités de vapeur, dissociation, théorie de Van der Waals, cristallisation, théorie des solutions, etc.); enfin les éléments de la mécanique chimique, de la thermo-chimie, de la photo-chimie et de l'électro-chimie.

On voit par ce court aperçu que toutes les questions importantes sont passées en revue. Ajoutons qu'elles sont présentées sous une forme claire, rapide et concise, que les grandes lignes se dégagent toujours nettement de l'ensemble du sujet, qu'enfin, lorsque la matière à traiter devient plus particulièrement abstraite, l'auteur soutient l'attention du lecteur par des comparaisons aussi heureuses qu'originales, qui font de ce petit livre une lecture facile et attrayante. Nous ne doutons point que cette impression ne soit partagée par tous ceux qui se serviront de ce guide pour s'initier aux questions actuelles en physico-chimie.

Ph.-A. Guye.

Gramont (Arnaud de), *Docteur ès sciences* — **Analyse spectrale directe des Minéraux.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in-8° de 204 pages avec 3 planches hors texte. Baudry et Cie, éditeurs, Paris,* 1895.

Le spectroscope n'occupe pas encore, dans les laboratoires de Chimie minérale, la place qu'il eût dû conquérir depuis longtemps. M. Arnaud de Gramont, qui vient de montrer, dans la thèse que nous analysons, tout le parti qu'on peut tirer du spectroscope pour l'analyse qualitative directe des minéraux conducteurs ou volatilisables dans l'étincelle d'induction, convenablement condensée, va contribuer probablement à généraliser l'emploi de ce précieux instrument.

Les minéraux se comportent, dans ces conditions, comme des alliages métalliques, aux raies desquels viennent s'ajouter les spectres de lignes des métalloïdes qu'ils renferment. Quoique le spectroscope ordinaire à un prisme permette de caractériser un grand nombre de minéraux par cette méthode, l'auteur a employé pour ses recherches le modèle de spectroscope à vision directe de M. Cornu, formé, comme on sait, de deux prismes composés et armé d'un oculaire

à fort grossissement. Avec cette dispersion, l'écartement des deux raies D du Sodium atteint une division du micromètre, et l'on obtient des mesures suffisamment exactes jusqu'à la région violette. Par la précision et l'abondance des détails, la thèse de M. Arnaud de Gramont sera d'un grand secours à tous ceux qui apprécient l'économie de temps que le spectroscope peut donner dans les recherches analytiques.

La partie la plus nouvelle de ce travail est celle relative à la formation directe, dans l'air, des raies caractéristiques des métalloïdes, grâce à l'étincelle condensée. L'auteur montre, en effet, que le Soufre, le Sélénium, le Tellure, l'Arsenic, l'Antimoine, le Phosphore, le Chlore, etc..., donnent, dans les conditions ci-dessus mentionnées, des spectres de raies semblables à ceux obtenus avant lui, à l'abri de l'air, soit dans les tubes de Plücker, soit dans les tubes à gaines de Salet; cette découverte permet donc de reconnaître d'emblée l'ensemble des éléments qui forment l'espèce minérale examinée, puis d'observer seulement les métaux en supprimant l'emploi du condensateur. Je ne puis donner ici la liste des nombreux minéraux passés en revue par M. de Gramont dans la troisième partie de cette thèse, car il a étudié près d'une centaine d'espèces, principalement les sulfures, arséniures, séléniures et tellurures; mais je signalerai, en terminant, l'intérêt que présente sa méthode, pour la recherche de faibles quantités d'éléments accessoires contenus dans les minéraux tels que : l'Argent et le Zinc dans les galènes, le Germanium dans l'argyrodite de Freiberg, le Sélénium dans la chalcopyrite, le Thallium dans la Phillipsite et la Dufrénoysite, le Cobalt dans l'Ullmannite, l'Or dans la Nagyazite, le Phosphore dans les météorites, etc... Cette énumération suffit pour faire apprécier tout l'intérêt qui s'attache à cet excellent travail, qui a déjà reçu la sanction de la pratique aux mines du Transvaal et dans plusieurs usines métallurgiques de Westphalie. A. Verneuil.

Etaix (L.), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Contribution à l'étude de quelques Acides bibasiques.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *Un vol. in-8° de 66 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1895.

Le travail de M. Etaix fait suite à celui de M. Auger, dont nous avons donné ici un extrait, il y a quelques années (*Revue générale des Sciences*, t. I, p. 520). On se rappelle que ce dernier auteur a étudié, au point de vue de la dissymétrie possible de leurs chlorures, un certain nombre d'acides bibasiques : sa conclusion était que, vraisemblablement, les seuls acides capables de fournir des chlorures dissymétriques sont ceux dont les carboxyles sont en position 1.4; mais il est évident que, dans un mémoire de thèse, M. Auger n'avait pu passer en revue tous les acides bibasiques décrits ; M. Etaix étend ses recherches à d'autres, notamment à l'acide adipique, à l'acide subérique et à l'acide azélaïque, qui correspondent, comme on le sait, à l'hexane, à l'octane et au nonane normaux.

L'auteur indique en passant quelques tours de main facilitant la préparation de ces corps, puis il examine leurs principaux dérivés, anhydrides, chlorures, amides, etc., dont la plupart étaient encore inconnus. Il nous est impossible de le suivre dans l'énumération et la description de ces corps : les méthodes employées n'ont d'ailleurs rien de spécial, et la marche du travail est la même qu'avait déjà suivie son prédécesseur, M. Auger.

La conclusion est que les chlorures des acides bibasiques normaux en C^6, C^8 et C^9 sont symétriques. Les anhydrides correspondants sont tous assez instables, et aucun d'eux ne fournit d'imide.

Il n'y a donc, en définitive, que les acides oxalique et malonique qui ne donnent pas d'anhydrides, et les acides étudiés par M. Auger paraissent bien être les seuls dont les chlorures soient susceptibles de dissymétrie. L. Maquenne.

3° Sciences naturelles.

Thiriet (A.), *Professeur au Collège de Sedan.* — **Recherches géologiques sur le Lias de la bordure sud-ouest du Massif ardennais.** (*Thèse pour le Doctorat ès sciences naturelles de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 vol. in-8° de 220 pages avec 30 figures et 1 grande planche hors texte. Imprimerie Ancieaux. Charleville,* 1895.

De Hirson à Montmédy, en passant par Mézières et Sedan, s'étend une bande continue d'affleurements liasiques qui bordent le massif ancien de l'Ardenne. Tandis que le Lias des régions voisines du Luxembourg et de la Lorraine avait fait l'objet d'études monographiques, il n'en était pas de même pour la bordure de l'Ardenne française, de sorte que M. Thiriet a comblé une véritable lacune en étudiant en détail les dépôts liasiques de cette bordure.

Le point de départ de son travail a été l'étude de coupes naturelles fournies par le démantèlement de la place de Sedan, coupes qui lui ont permis d'observer la succession de tous les niveaux du Sinémurien et de marquer la position exacte de toute une série de fossiles. Abstraction faite de la Souabe, où, grâce aux efforts de Quenstedt, l'analyse des assises jurassiques a été depuis longtemps poussée très loin, il n'existe pas de région où les différents horizons du Lias inférieur aient été fixés avec la précision que M. Thiriet a mise à ses recherches, de telle sorte que le bord ardennais servira désormais de terme de comparaison dans toutes les études sur le Lias.

Le travail de M. Thiriet aurait gagné à être considérablement écourté et allégé de nombreuses répétitions. L'index bibliographique ne répond ni à une bibliographie complète de la région ni à une bibliographie du Lias; l'auteur y fait figurer des titres de publications périodiques, sans d'ailleurs indiquer même le volume consulté, tandis que, d'autre part, pour plusieurs ouvrages, les références sont tout à fait insuffisantes. E. Haug.

Gain (Edmond), *Préparateur à la Sorbonne.* — **Recherches sur le rôle physiologique de l'Eau dans la Végétation.** (*Thèse de Doctorat ès sciences naturelles*) — *1 broch. in-8° de 160 p. avec fig. et pl. Extrait des Annales des sciences naturelles, 7e sér., Botan., t. XX, avec 4 pl. G. Masson, éditeur, 220, boulevard Saint-Germain. Paris,* 1895.

On sait depuis longtemps que l'eau est nécessaire à la végétation ; mais il reste bien des problèmes à résoudre sur son mode d'action, sur la quantité d'eau nécessaire aux différentes périodes de la vie et suivant les conditions extérieures; sur l'action exercée par un excès d'humidité ou de sécheresse ; comment cette action s'exerce sur les différents organes de la plante, etc.

Des problèmes d'un intérêt tout différent se rattachent à cette question. Dans quelle mesure, par exemple, les espèces sont-elles réparties, dans leurs stations spontanées, suivant les conditions les plus favorables à leur développement individuel ? Les conditions les plus favorables au développement de l'individu sont-elles en même temps les plus favorables au développement de l'espèce ?

M. Gain a cherché à résoudre quelques-uns de ces problèmes. Il s'est attaché surtout à déterminer quelle est l'influence de l'eau sur l'accroissement en poids, sur la croissance, sur la propagation et l'avenir de l'espèce. Les résultats auxquels il est arrivé sont tels qu'on peut les prévoir par l'observation directe des faits de tous les jours ; mais l'auteur les formule avec la précision qui convient à des résultats expérimentaux. Il n'a d'ailleurs mis en expérience que des végétaux phanérogames ; les Champignons et beaucoup d'Algues lui auraient, croyons-nous, fourni l'occasion d'être plus rigoureux dans ses conclusions. C. F.

4° Sciences médicales.

Marmier (Louis). — **Sur la Toxine charbonneuse.** (*Thèse pour le Doctorat ès sciences naturelles de la Faculté des Sciences de Paris*). — *Brochure in-8° de 50 pages. Imp. Charaire, 68, rue Houdan. Sceaux*, 1895.

On connaît maintenant les propriétés physiologiques des substances solubles élaborées par les microbes de la diphtérie et du tétanos dans les milieux de culture; c'est grâce à cela que l'on conçoit bien les symptômes et l'évolution des maladies produites par ces microbes.

On est moins avancé en ce qui concerne la bactéridie charbonneuse, et pourtant c'est la première bactérie pathogène bien connue. Les travaux sont déjà nombreux, mais les résultats sont contradictoires. Le dernier travail en date et le plus important, celui de MM. Hankin et Wesbrook, parle d'une substance retirée de certains milieux de culture, surtout toxique pour les animaux réfractaires au charbon; elle vaccine les animaux sensibles immédiatement et à des doses très faibles. Ce dernier caractère la rapproche des antitoxines. Les résultats obtenus par M. Marmier ne s'accordent pas avec ceux des deux savants anglais.

M. Marmier a cherché d'abord un milieu de culture assez bien défini où le microbe charbonneux élabore une substance toxique soluble. Il emploie une dissolution dans l'eau de sels minéraux et de vraie peptone ne précipitant ni à chaud ni à froid par le sulfate d'ammoniaque. A 20°, la bactéridie pousse dans ce milieu; mais les cultures y sont toujours chétives. Au bout de trois semaines, le liquide filtré est toxique pour certains animaux tels que le lapin; et la substance toxique est tout entière contenue dans le précipité par le sulfate d'ammoniaque. C'est en pesant ce précipité que M. Marmier se rend compte des doses qu'il inocule.

A partir d'une certaine dose, le lapin meurt en présentant des phénomènes asphyxiques, comme dans l'infection charbonneuse. Quelquefois la mort survient au bout de deux jours, *mais souvent aussi après huit ou quinze jours*. Il y a réaction du côté de la température, surtout le deuxième jour, et principalement réaction du côté du poids; les animaux peuvent perdre plus d'un tiers de leur poids.

A des doses inférieures à la dose mortelle, il y a aussi baisse de poids, fièvre; mais l'animal se rétablit. Et alors il est apte à supporter une dose plus forte que la première; et ainsi de suite. M. Marmier arrive de cette façon à avoir des animaux vaccinés contre le charbon, résistant à des inoculations successives du microbe.

Le lapin est donc un réactif sensible de la toxine charbonneuse. Il a permis à M. Marmier d'étudier les variations de toxicité de sa substance, quand on lui fait subir l'action de divers agents physiques et chimiques. Après l'action de la chaleur (110-120°) la toxicité a diminué notablement. Le chlorure de chaux, les hypochlorites alcalins, les chlorures d'or et de platine, la solution de Gram altèrent fortement la toxine.

A ce point de vue, elle se rapproche d'autres toxines microbiennes, telles que les toxines diphtérique et tétanique. Elle est intermédiaire entre celles-ci (détruites complètement par le chauffage) et d'autres, telles que la tuberculine, que la chaleur n'altère pas.

Les autres animaux sensibles au charbon sont aussi sensibles à la toxine : tels la souris, le rat blanc, le rat d'égout, le cobaye. De très fortes doses tuent le pigeon, et amènent une baisse de poids momentanée, mais très forte, chez la poule.

Il eût été illusoire de chercher à caractériser chimiquement cette toxine charbonneuse. M. Marmier s'est contenté de montrer que le précipité par le sulfate d'ammoniaque qu'il employait ne renfermait ni albuminoïde, ni alcaloïde, ni diastase.

Enfin, M. Marmier a reconnu que la toxine ne diffuse dans le milieu de culture que quand la bactéridie se trouve dans des conditions de vie médiocres. Dans de bonnes conditions, la toxine reste dans le corps des microbes : M. Marmier en a retiré, en effet, par macération dans l'alcool faible, une substance ayant les propriétés que nous venons d'énumérer.

Cette étude très complète montre qu'un microbe qui produit une maladie scepticémique, élabore dans les milieux de culture, une toxine spécifique.

Mais, avec cette toxine charbonneuse, on ne reproduit pas complètement le tableau de la maladie microbienne; l'intoxication est rarement aiguë. D'autres facteurs entrent évidemment en jeu dans l'action du microbe sur l'organisme. Il se peut aussi que la toxine retirée des cultures ne soit pas identique à celle produite dans le corps de l'animal. F. Mesnil.

Laurent (Dr E.). — **Les Bisexués : Gynécomastes et Hermaphrodites.** — *1 vol. in-8° de 233 pages. (Prix : 5 fr.) — G. Carré, Paris*, 1895.

M. Laurent avait consacré sa thèse inaugurale (1888) à l'étude des gynécomastes, sur lesquels les observations de Lacassagne, Lereboullet, Martin et Jagot et le travail publié en 1880 par Olphan avaient déjà attiré l'attention. Il avait fait paraître antérieurement et il a fait paraître depuis lors d'autres travaux sur le même sujet et des sujets connexes : De la mammite douloureuse hypertrophique chez l'homme (*Gazette médicale de Paris*, 1883); De la mammite douloureuse des adolescents et des adultes (*Gazette médicale de Paris*, 1889); De l'hérédité des gynécomastes (*Ann. d'hygiène publique et de médecine légale*, 1890). Ce sont ces divers mémoires qu'il a refondus et combinés avec sa thèse pour en faire le présent livre.

M. Laurent définit la gynécomastie « une anomalie qui consiste dans le développement exagéré et permanent des mamelles chez l'homme, au moment de la puberté, avec arrêt du développement des testicules ». Cette définition, fort exacte, différencie nettement la gynécomastie de certaines affections qui offrent avec elle des ressemblances extérieures et que plusieurs auteurs ont eu, en conséquence, une tendance à confondre avec elle : la mammite de la puberté, par exemple. La gynécomastie vraie est, pour M. Laurent, — et son interprétation semble s'imposer, — un stigmate de dégénérescence; elle se rencontre surtout chez des sujets qui ont derrière eux une hérédité névropathique. Ce développement anormal des mamelles a pour cause, aux yeux de l'auteur, l'atrophie relative dont sont atteints les testicules; il trouve une confirmation de cette opinion dans le fait que l'on a pu observer une véritable hypertrophie des mamelles à la suite de certaines orchites qui ont amené l'atrophie complète des testicules. Les mamelles des gynécomastes sont parfois constituées seulement par du tissu adipeux, mais souvent aussi elles présentent nettement la structure glandulaire : ce sont donc de vraies mamelles et non des tumeurs fibreuses siégeant au niveau des seins. Parfois même elles sécrètent du lait. Les gynécomastes ont d'ordinaire des formes à demi féminines, et, bien qu'ils conservent souvent quelque aptitude génitale, ils semblent fréquemment atteints d'un véritable enfantilisme. Leur état mental est celui de tous les dégénérés, mais il semble que ce soient en général des dégénérés inférieurs, des débiles.

M. Laurent, dans une seconde partie, assez inutilement grossie de chapitres accessoires, passe en revue les divers types d'hermaphrodites. Il étudie rapidement leurs aptitudes génitales et leur état mental et consacre quelques pages aux dégénérés infantiles et aux invertis sexuels. Le livre de M. Laurent sera commode à consulter, parce qu'il renferme, réunies et condensées, un certain nombre d'observations qu'il fallait aller chercher en divers recueils; mais il faut avouer que ce qui en fait l'intérêt, ce sont uniquement les chapitres qui traitent de la gynécomastie et qu'il n'apprendra rien de très neuf sur l'hermaphrodisme et les hermaphrodites aux naturalistes ni aux médecins. Les quelques observations originales qu'il contient donnent cependant une valeur à cet ouvrage, dont il convient de louer la bonne ordonnance et la clarté. L. Marillier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

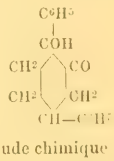
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 Octobre 1895.

M. le Président invite, au nom de l'Académie, les Associés et les Correspondants nationaux et étrangers à adresser leurs portraits photographiques au Secrétariat. — **Lord Kelvin** prononce un discours en réponse à l'allocution du Président de l'Institut, à l'occasion du Centenaire. — M. le Secrétaire perpétuel donne lecture des adresses de félicitations reçues à l'occasion du Centenaire de l'Institut de France; il donne également communication d'une lettre de condoléance adressée à l'Académie par la Faculté de Médecine de l'Université de Coimbre à l'occasion de la mort de M. **Pasteur**.

1° Sciences mathématiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale le dix-neuvième volume des « Acta mathematica ». — M. **Rossard** adresse ses observations de la comète (1895, août 20) et de la planète Wolf (1895, octobre 13) faites à l'observatoire de Toulouse (au grand télescope et à l'équatorial de 0m25). — M. **Perrotin** donne le résumé succinct et le résultat des opérations exécutées dans le courant de l'année 1889 sous les auspices du Bureau des Longitudes, par MM. Hatt, Driencourt et Perrotin, en vue de la détermination télégraphique de la différence de longitude entre un point de la Corse et l'Observatoire de Nice. Les résultats obtenus trouvent une vérification précieuse en comparant les opérations faites successivement à Nice et à l'Ile-Rousse par un même observateur, avec celles effectuées par M. Driencourt, en même temps, à Ajaccio. Différence de longitude Ajaccio-Paris : 25m33s8. — M. **Brioschi** s'est proposé de résoudre la question suivante : Quelles sont les propriétés et les valeurs des covariants et des invariants de $f(x)$ dans le cas où un nombre r de racines de l'équation $f(x) = 0$ sont égales. Les deux théorèmes suivants répondent à la question : Un covariant quelconque de $f(x)$, covariant de l'ordre m et du degré p, peut s'exprimer en fonction entière et rationnelle de covariants et d'invariants de $\varphi(y)$, fonction de l'ordre $m + rp$ et du degré p. Un invariant quelconque de $f(x)$, invariant du degré p, peut s'exprimer en fonction entière et rationnelle de covariants et d'invariants de $\varphi(y)$ de l'ordre rp et du degré p. — M. le général **A. de Tillo** présente la carte hypsométrique de la partie occidentale de la Russie d'Europe et des régions limitrophes de l'Allemagne, de l'Autriche-Hongrie et de la Roumanie.

2° Sciences physiques. — M. **Alfred Angot** pense que la double oscillation de l'humidité relative, à Athènes, signalée par M. Eginitis, est un phénomène intéressant, mais qui paraît se rattacher directement à l'influence des brises de mer. L'explication complète du phénomène exigerait la jonction des courbes de la température et de la direction du vent à celle de la variation diurne de l'humidité. — M. **Mettetal** donne la description d'un phénomène électrique observé à Grenoble le 20 Octobre. — M. **Félix Mignet** adresse une note relative à la désinfection des meubles et des vêtements par l'emploi de la benzine pure. — M. **Armand Gautier** présente le second volume de son Cours de Chimie. Cette deuxième édition contient une description méthodique de l'ensemble des corps organiques, de leurs rapports et de leurs réactions, la stéréochimie, etc. — M. **Marqfoy** établit la loi suivante : Les équivalents actuels de la chimie sont les nombres premiers compris dans la série naturelle des nombres entiers de 1 à 300. Il donne une théorie constitutive des corps fondée sur l'unité de la matière et introduit dans la considération des volumes l'élément porosité. La chaleur spécifique multipliée par la densité égale la porosité. — M. **Raoul Varet** a complété la thermochimie du groupe des cyanures métalliques en étudiant les cyanures de lithium, de magnésium, de cuivre. L'auteur conclut de cette étude des renversements d'affinité curieux des acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique, vis-à-vis l'oxyde cuivreux, renversements d'affinité que l'expérience vérifie en tous points. — M. **Louis Henry**, à propos de la note récente de M. Lebeau sur le carbure de glucinium, fait remarquer que l'analogie entre les propriétés des carbures d'aluminium et de glucinium n'entraîne pas leur analogie de composition. Le glucinium bivalent a pour poids atomique un nombre voisin de 9, comme le montrent la densité de vapeur du chlorure de glucinium et la composition du dérivé glucinique de l'acétylacétone. — M. **P. Lebeau** donne la composition de l'émeraude et expose la méthode employée pour l'analyse; l'auteur a découvert quelques éléments qui n'avaient pas encore été signalés dans l'émeraude de Limoges, notamment le manganèse, l'acide phosphorique, l'acide titanique et le fluor libre. — M. **Th. Schlœsing** fils a déterminé la proportion d'argon contenue dans l'atmosphère à diverses hauteurs et dans des lieux différents; son taux ne change que d'une manière à peu près insensible à l'analyse. 100 volumes d'air contiennent 0.941 d'argon. Les gaz extraits du sol sont un peu plus pauvres en argon. L'auteur a vérifié incidemment que le cuivre, l'oxyde de cuivre, l'acier, la porcelaine, l'amiante n'absorbent pas l'argon. — M. **E. Burker**, en faisant réagir l'anhydride camphorique sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium, a isolé un nouvel acide cétonique de formule $C^{15}H^{20}O^2$; sa constitution se déduit nettement de celle qui a été assignée par M. Friedel à l'acide camphorique et fournit une nouvelle preuve de cette dernière.



L'auteur expose l'étude chimique de ce nouveau composé.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Marion** fait hommage à l'Académie du quatrième volume des *Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille : Travaux du Laboratoire de Zoologie marine*. — M. **Ch. Janet** : L'examen de la structure intime des fibres musculaires des Fourmis, des Guêpes et des Abeilles a donné à l'auteur des résultats qui concordent avec ceux obtenus par van Gehuchten sur d'autres Insectes. L'examen porte sur chacune des parties constitutives de la fibre : le sarcolemme, gonflé par une substance de remplissage, qui joue un rôle nutritif pour les filaments longitudinaux et les filaments rayonnants qui y baignent. — MM. **Weiss et Dutil** étudient sur le cobaye le développement des terminaisons nerveuses (fuseaux musculaires et plaques motrices) dans les fibres striées, et le mode suivant lequel les fibres nerveuses entrent en contact avec les fibres musculaires en voie de formation. Ils tirent cette conclusion que les faisceaux neuro-musculaires sont des organes terminaux particuliers. Ils ne prennent aucune part au développement des fibres musculaires ni de leurs plaques motrices. Ils ne représentent nullement, comme on l'a avancé, un stade du développement de ces éléments anatomiques ou

une production pathologique. Ils constituent, selon toute vraisemblance, *des terminaisons nerveuses de nature sensitive*, qu'il convient de rapprocher des terminaisons tendino-musculaires de Golgi. Leur mode de développement et celui des fibres nerveuses qui y aboutissent, leur structure intime, leur persistance dans les muscles dont l'atrophie relève d'une lésion destructive et sytématique des cellules des cornes antérieures, paraissent plaider en faveur de cette interprétation. — M. **Woronine** étend ses recherches sur la valeur biologique de la leucocytose inflammatoire, aux animaux invertébrés. L'auteur a examiné, au Laboratoire maritime de Saint-Vaast-la-Hougue, la réaction des vaisseaux et la leucocytose localisée chez les *Perophora*, dans les lacunes du pied des *Mytilus edulis*. Dans ces deux exemples, la brûlure par l'aiguille chauffée, le nitrate d'argent, ne laissent observer aucune réaction de vaisseaux. La réaction des vaisseaux n'a donc pas une valeur biologique générale. Il en est de même de la leucocytose inflammatoire localisée. Ces deux phénomènes, actifs chez les Vertébrés seulement, sont liés aux conditions particulières que présente chez eux la circulation du sang. — M. **Imhof** adresse un projet de travail sur la structure de l'épiderme des doigts.

Séance du 4 Novembre 1895.

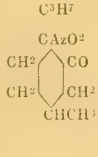
M. **Brouardel** est nommé membre de la Commission du Concours des Arts insalubres en remplacement de feu M. Larrey.

1° Sciences mathématiques. — M. **de Laigue**, de Rotterdam, transmet une copie de l'éloge de M. Morand par Condorcet et une lettre autographe de Condorcet du 11 février 1785, accompagnant l'envoi de cette copie à M. Morand. — M. **de Freycinet** présente un ouvrage intitulé « Essais sur la philosophie des sciences » qui contient un aperçu philosophique, en langage ordinaire, sans formule, ni figures géométriques, sur l'Analyse infinitésimale et la Mécanique rationnelle. — M. **Schulhof** a calculé les éléments de la comète Swift, 1895, II. Ils diffèrent de ceux de la comète de Lexell, mais l'origine de ces deux comètes paraît commune. — M. **Michel Petrovich** envisage l'équation différentielle binôme du premier ordre :

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^m = R(x, X, y),$$

où R est rationnel en x, X, y, en supposant x et X liés par une relation algébrique G $(x, X) = 0$, et établit qu'il ne peut y avoir d'intégrales uniformes et transcendantes en x que si le polynôme G en x et X est de degré 1 en X ; s'il n'en est pas ainsi, toute intégrale uniforme en x est rationnelle, mais il peut y avoir des intégrales uniformes et transcendantes en x et X et même l'intégrale générale peut être de cette nature. — M. **Manuel Vazquez Prada** expose une méthode nouvelle toute différente de celle que l'on enseigne actuellement pour extraire une racine d'indice quelconque d'un nombre entier. Cette méthode est d'une remarquable simplicité, tant au point de vue théorique que dans l'application. Elle conduit tout droit au but, en évitant les tâtonnements qui compliquent et alourdissent les procédés ordinaires. — M. **Bertrand de Fontviolant** donne l'expression de la charge supportée par l'arbre d'une turbine hydraulique en marche et énonce le théorème suivant relatif à l'effet dynamique de l'eau sur les aubages. A un facteur constant près, égal à la masse liquide $\frac{1000\,Q}{g}$ débitée par seconde, l'effet dynamique de l'eau sur une turbine parallèle est représenté en grandeur, direction et sens, par la résultante de la vitesse relative (ou absolue) d'entrée et d'une vitesse égale et contraire à la vitesse relative (ou absolue) de sortie.

2° Sciences physiques. — M. **Coret** adresse un complément à sa note : « Sur un appareil hydraulique propre à mettre en évidence le mouvement de rotation de la terre. » — M. **Deslandres** montre, en en faisant l'application à l'étoile d'Altaïr, comment l'analyse spectrale d'une étoile peut faire connaître, d'une part, la lumière spéciale de son atmosphère, d'autre part le nombre, la période et la quantité de mouvement relative des astres secondaires qui gravitent autour d'elle. L'étoile Altaïr est au moins triple. — M. **Eginitis** adresse une communication sur la marche de la pluie à Athènes. La marche annuelle présente une très grande irrégularité et varie d'une année à l'autre dans le rapport de 1 à 4. — M. **Moissan** a étudié l'action du silicium sur les métaux à haute température. Cette action donne suivant les cas trois résultats différents : 1° Le silicium solide peut, grâce à sa tension de vapeur, s'unir au métal solide et donner, par une action analogue à la cémentation, un véritable siliciure, dont le point de fusion est moins élevé que celui du métal. 2° Le silicium liquide peut s'unir au métal fondu au four électrique. 3° Le silicium se dissout dans le métal liquide, ne forme pas de combinaison avec lui ou en produit une très instable et se dépose à l'état cristallin au moment de la solidification de ce métal. L'auteur décrit les propriétés des siliciures de fer et de chrome $SiFe^2$ et $SiCr^2$. — M. **Lebeau** indique plusieurs modes de traitement de l'émeraude pour arriver rapidement à la glucine pure. 1° L'émeraude chauffée au four électrique laisse comme résidu, après quelques minutes de chauffe, une matière fondue constituée par un silicate plus basique que l'émeraude et directement attaquable par les acides. 2° Un mélange d'émeraude et de fluorure de calcium fondus est attaqué vivement par l'acide sulfurique avec élimination de la silice sous forme de fluorure de silicium. — M. **F. Parmentier** a reconnu que toutes les eaux à goût bitumineux, existant aux environs de Clermont, contiennent de l'ammoniaque et même quelquefois dans des proportions notables (0 gr. 0454 par litre). D'autre part un usage prolongé de ces eaux permet d'établir que cette ammoniaque ne produit aucun effet fâcheux ; au contraire, la substitution de ces eaux dans un quartier a amélioré l'état sanitaire de ce quartier. — M. **Manceau** établit que les méthodes de dosage du tanin dans les vins, fondées sur l'action de la gélatine, du perchlorure de fer, de l'acétate de zinc, ne donnent jamais de résultats concordants, et qu'en outre les résultats obtenus dépendent de la dilution, de la température, de la proportion d'alcool, des acides et des sels. L'auteur propose une nouvelle méthode très sensible, reposant sur l'emploi combiné de la corde à boyaux et du permanganate de potasse ; elle est d'ailleurs d'une exécution facile qui en rend la pratique courante. La méthode peut s'appliquer au dosage des tanins commerciaux. — M. **André Brochet** a fait agir le chlore sur l'alcool propylique normal en opérant comme avec les alcools méthylique et isobutylique ; il a pu isoler du produit de la réaction l'oxyde de propyle dichloré dissymétrique, l'aldéhyde chloropropionique α et le propional dipropylique chloré. L'auteur énonce les propriétés physiques et chimiques de ces composés. — M. **Adolphe Renard**, en faisant agir l'ozone sec sur le toluène pur, a obtenu un composé explosif, l'ozotoluène, analogue à l'ozobenzène. C'est un corps blanc amorphe, de formule $C^7H^8O^6$, qui en fait l'homologue de l'ozobenzène ; il est moins stable que ce dernier et fait explosion dans les mêmes conditions. Le xylène ortho donne un ozoxylène analogue. — M. **Konovaloff** a étudié l'action de l'acide nitrique sur le menthone et obtenu le nitromenthone $C^{10}H^{17}(AzO^2)O$, liquide jaunâtre dont l'odeur rappelle celle du menthone ; sa formule de constitution serait représentée par le schéma suivant :



M. Omelianski s'est appliqué à isoler le microbe spécifique de la fermentation cellulosique en employant le procédé de culture élective imaginé par M. Winogradsky. C'est un bacille extrêmement mince et ténu, à articles droits ou légèrement sinueux, longs de 6 à 7 μ, larges de 0 μ 2 à 0 μ 3 seulement. — MM. G. Rivière et Bailhache ont repris l'étude de la fabrication de l'alcool à partir de l'Asphodèle rameux et du Scille maritime; en usant des procédés de défécation qu'ils indiquent et en employant des levures cultivées et pures, ils ont pu modifier complètement les produits signalés autrefois et obtenir des alcools de bon goût. Comme ces plantes croissent abondamment, à l'état spontané, en Algérie et en Tunisie, les résultats précédents paraissent motiver l'établissement d'une industrie nouvelle dans nos deux colonies. — M. Raoul Bouilhac s'est proposé de rechercher les améliorations à apporter aux terres de bruyère de la Dordogne pour leur mise en culture. L'auteur résume ainsi l'ensemble de ses recherches : 1° Une analyse de terre est incomplète sans l'analyse du sous-sol, lequel intervient dans la nutrition minérale de la plante. 2° Les engrais de potasse sont inutiles sur un sol pauvre en potasse quand le sous-sol en contient suffisamment. 3° La présence des bactéries est insuffisante à assurer la croissance d'une légumineuse dans une terre où la proportion d'acide phosphorique est très faible. 4° L'acide phosphorique favorise au plus haut point le développement et la puissance des bactéries fixatrices de l'azote; il permet de transformer les terres de bruyère en prairies de valeur. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. Bordas fait l'anatomie de l'appareil digestif des Orthoptères de la famille des *Forficulidæ*. Cet appareil est d'une grande simplicité, et l'auteur étudie successivement chacune de ses régions, l'intestin antérieur, moyen et postérieur. — M. Stanislas Meunier essaye l'application de la méthode expérimentale à l'histoire orogénique de l'Europe. On peut imiter alors les cassures, les soulèvements, des structures imbriquées comprenant des chevauchements du genre de ceux des Préalpes et du Chablais. — MM. Charrin et Gley, en poursuivant des recherches qui durent depuis plusieurs années, sont arrivés à reproduire expérimentalement des difformités congénitales. Les malformations ne sont pas les uniques conséquences des antécédents pathologiques. — M. Corneau adresse une note relative au mode d'incubation et d'éclosion des œufs de vipère. J. Martin.

Séance du 11 Novembre 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale l'Album de Statistique graphique de 1894, publié par le Ministère des Travaux publics. — M. José Ruiz-Castizo soumet un mémoire intitulé : *Le planimètre cartésien à évaluation tangentielle.* Nouvel intégrateur mécanique de précision. — M. Goursat examine les systèmes d'équations linéaires auxquelles on est conduit quand on veut calculer la valeur des dérivées successives du point commun à deux courbes données quelconques, par lesquelles doit passer l'intégrale cherchée d'une équation aux dérivées partielles du second ordre :

$$F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0;$$

il signale quelques résultats curieux relatifs à la discussion des équations linéaires qui déterminent les coefficients. — M. Léon Autonne considère une substitution de Cremona :

$$[illegible] \quad (i = 1, 2 \ldots)$$

où les x_i sont des coordonnées homogènes et les ψ des formes ternaires en x_i du même degré, et démontre ce que deviennent les deux propositions suivantes quand on ne fait aucune hypothèse spéciale sur les allures de Γ_c et de A au point ω. [ω est un point fondamental, c'est-à-dire un point fixe de la courbe générale Γ_c du réseau :

$$\Sigma c_i \psi_i = 0].$$

1° Lorsque ω est un point μ^{uple} de Γ_c, sans autre particularité, s fait correspondre à ω non un point unique, mais une courbe fondamentale unicursale de degré μ. 2° Lorsque ω est un point σ^{uple} sans autre particularité pour une courbe algébrique A, le degré de la courbe image de A s'abaisse de $\mu\sigma$ unités. — M. G. Floquet, en utilisant les décompositions symboliques, étudie une expression générale des équations différentielles linéaires homogènes d'ordre m, dont les intégrales sont uniformes dans tout le plan des x, sans autre singularité essentielle que le point ∞.

2° Sciences physiques. — M. Delauney adresse un mémoire ayant pour titre : *Comparaison des races française, anglaise et allemande à l'aide des tables de mortalité.* — M. Delmas adresse une note relative au poids de l'atmosphère. — M. Moret de Montjou envoie un mémoire intitulé : *De la formation des réflecteurs et des réfracteurs courbes à l'aide de miroirs plans et de surfaces planes transparentes.* — M. de Bernardières expose le plan d'étude et d'observations entrepris sous la direction du Bureau des Longitudes pour la construction de nouvelles cartes magnétiques. Six missions sont organisées; elles doivent, dans l'espace de deux ans, faire un ensemble d'observations simultanées sur une surface considérable de la Terre. — M. A. Poincaré donne le tableau de la distribution des pressions pendant les mois d'été 1883 et maintient les relations frappantes qui existent entre ces pressions et la révolution synodique de la Lune. — M. F. Osmond a étudié la constitution des aciers extra-durs dont la teneur en carbone dépasse 1,30 %. L'examen microscopique de la dureté, l'action des réactifs chimiques montre que ces aciers sont constitués au moins par deux corps distincts séparés par le carbure défini CFe^3. L'un des deux constituants est celui qui compose à peu près exclusivement l'acier trempé à 1 % de carbone; pour avoir un mélange égal des deux constituants, il est nécessaire de refroidir le plus rapidement possible à partir de 1.000°. Un tel mélange est peu magnétique. L'examen de M. Osmond a porté en particulier sur un fragment de plaque de blindage obtenu par M. Demenge d'après son procédé de carburation directe de l'acier à la coulée, décrit récemment dans la *Revue*. — M. Vigouroux a préparé les siliciures de nickel et de cobalt par le même procédé qui a permis à M. Moissan d'obtenir les siliciures de fer, de chrome et d'argent : ce sont des corps d'aspect métallique qui résistent aux plus hautes températures sans se décomposer. Les formules sont $SiNi^2$ et $SiCo^2$. — M. Dufau a préparé dans le four électrique de M. Moissan le chromite neutre de chaux cristallisé, $Cr^2O^3.CaO$, par l'union directe du sesquioxyde de chrome et de la chaux; c'est un composé bien cristallin et stable aux plus hautes températures; sa densité est de 4,8 à 18°; il résiste à l'action des acides les plus énergiques. — M. Lescœur a préparé des alcoolates en faisant agir le sodium sur l'alcool et mesuré la tension des mélanges obtenus. La variation de cette tension avec la composition du mélange paraît indiquer l'existence du composé $C^2H^5NaO.2C^2H^6O$. — MM. Bourquelot et Hérissey ont repris l'étude du ferment soluble susceptible de dédoubler certains glucosides que l'on rencontre dans la plupart des champignons; ils ont reconnu que c'est la même émulsine qui paraît exister chez tous les champignons et qu'il n'y a aucun argument définitif permettant d'affirmer qu'elle diffère de l'émulsine des amandes. — M. J. Winter a étudié, par la cryoscopie, la concentration moléculaire d'un certain nombre de liquides de l'organisme; il a constaté la propriété suivante fort remarquable : Le sérum sanguin et le lait sont équimoléculaires, et leur concentration moléculaire est la même chez les diverses espèces animales examinées. Ce fait, de la plus haute importance, nous

montre tout l'organisme en équilibre osmotique et la vie cellulaire sous la dépendance d'un même état limite qui se reproduit constamment. La méthode cryoscopique devient la méthode la plus sensible pour le contrôle de la pureté du lait. — M. **Grimbert** a étudié les fermentations provoquées par le pneumo-bacille de Friedländer, les réactions obtenues des transformations reconnues par Frankland : il existe donc au moins deux pneumo-bacilles de Friedländer, morphologiquement semblables, mais différant entre eux par leurs actions fermentatives. — M. **Bonnet** a trouvé que les oxydes de zinc, de cuivre, de cobalt et de fer hydratés peuvent être fixés directement par les fibres végétales et par suite utilisés pour le mordançage direct.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Félix Gayon** fait hommage à l'Académie du tome II de la troisième édition de ses Leçons cliniques sur les Maladies des voies urinaires. — M. **Leroux** adresse de Tenès (Algérie) une note sur la défense de la vigne contre le Phylloxéra. — MM. **Nivière et Hubert** soumettent au jugement de l'Académie un mémoire ayant pour titre « *Contribution à l'étude des ferments* ». — M. **Termier** a observé des lambeaux de terrains cristallins d'âge probablement tertiaire, dans les Alpes briançonnaises; ce sont trois lambeaux constituant l'un la montagne de l'Eychauda, le deuxième la montagne de Sèvre-Chevalier. J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 29 Octobre 1895.

M. **Le Roy de Méricourt** lit le rapport de la Commission du prix Barbier. — M. **Prunier** lit le rapport de la Commission du prix Nativelle. — M. **Paul Berger** fait un rapport sur une communication du Dr **Kirmisson** relative au traitement d'un double pied plat valgus douloureux. M. Kirmisson a pratiqué l'opération d'Ogston sur le pied gauche et a obtenu un résultat orthopédique et fonctionnel satisfaisant. M. Berger, tout en reconnaissant les heureux résultats immédiats de l'intervention chirurgicale, ne les croit pas toujours très durables. Il pense que le traitement orthopédique du pied plat valgus est trop négligé en France. Peut-être y aurait-il lieu d'insister davantage sur ce traitement, et de ne recourir à une autre méthode que lorsqu'il aurait donné des résultats absolument inefficaces. — M. **A. Mossé** lit un travail intitulé : « Nouvelles recherches sur la greffe osseuse hétéroplastique. » — M. **Galezowski** fait une communication sur les atrophies des papilles d'origine glaucomateuse et leur traitement par les sclérotomies répétées. — M. **Halt** lit un travail sur le traitement de l'ophtalmie purulente par les grands lavages. — M. **M. Bloch** lit un mémoire sur un procédé d'hématothérapie dans la tuberculose non héréditaire.

Séance du 5 Novembre 1895.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants étrangers dans la 4e Division (Pharmacie). MM. **Nencki** (de Saint-Pétersbourg) et **Ludwig** (de Vienne) sont élus. — M. le Dr **Jonnesco** (de Bucharest) lit une observation d'abcès par congestion à triple poche (deux poches fessières, une poche pré-sacrée) avec mal de Pott dorso-lombaire. Il pratiqua l'incision et le raclage des poches fessières, puis la trépanation du sacrum et le raclage de la poche pré-sacrée et obtint la guérison du malade. — M. le Dr **Viard** lit une contribution à l'étude de l'ostéomyélite et de ses causes. — Le reste de la séance est consacré à la lecture des rapports sur les prix décernés par l'Académie.

Séance du 12 Novembre 1895.

M. **Laborde** présente à l'Académie un nouveau marteau percuteur du Dr **E. Toulouse**, destiné à produire le réflexe patellaire ou autre dans les maladies nerveuses. — M. **J. Rochard** présente un rapport sur un mémoire du Dr **Fontan** relatif à la méthode du curettage dans le traitement des grands abcès du foie. Ce procédé, qui est un perfectionnement important de la méthode de Little, a donné 86 °/o de succès, proportion inconnue jusqu'à présent. — M. **Blache** lit un rapport sur la cure d'air dans le traitement de la tuberculose à l'Hôpital d'Ormesson.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 26 Octobre 1895.

MM. **Charrin** et **Nobécourt** citent un grand nombre d'exemples montrant que, chez les rejetons issus de mères malades, la croissance s'effectue beaucoup moins vite que dans les cas normaux. — M. **Féré** a constaté que certaines substances toxiques, employées à faible dose, donnent aux couvées une suractivité réelle. — M. **Marinesco** relate l'observation d'un diabétique présentant le syndrome de Weber (ptosis de la paupière gauche et paralysie complète du moteur oculaire commun avec hémiparésie gauche). — M. **Rénon** cite deux cas de tuberculose aspergillaire chez des peigneurs de cheveux. L'aspergillus provenait de la farine de seigle dont ils se servent dans leur métier et dont la poussière flotte constamment autour d'eux. — M. **Mossé** a observé un cas d'acromégalie avec tumeur de la pituitaire et hypertrophie du corps thyroïde et du thymus. — M. **Claisse** présente des pièces de dilatation bronchique expérimentale obtenues chez le lapin au moyen d'un nouveau procédé. — M. **Onimus** décrit un procédé pour démontrer la pénétration de la lumière dans les tissus vivants. — M. **Pillet** communique le résultat de ses recherches sur l'anatomie pathologique de la rate mobile. — M. **Chassevant** a reconnu que la benzine ne détruit pas les micro-organismes, mais les empêche de se développer dans les milieux fermentescibles. — M. **Laguesse** étudie le développement du pancréas chez les Mammifères. — M. **Arthus** indique un nouveau procédé pour obtenir rapidement de beaux cristaux d'hémoglobine. — M. le Dr **Garnault** cite un cas d'hémorrhagie post-opératoire réflexe de la caisse du tympan chez le pigeon.

Séance du 2 Novembre 1895.

M. **Lapicque** montre que le fer introduit dans l'organisme par la voie veineuse ne s'élimine qu'en petite quantité par les reins, et que la plus grande partie s'élimine par l'intestin. — M. **Pillet** a constaté, dans dans le foie et dans l'intestin, des zones d'activité fonctionnelle différente se traduisant par des différences de sécrétion des glandes. — M. **Marchaux** a recherché l'existence d'un sérum anti-charbonneux : le sérum de lapin a seulement des propriétés préventives; le sérum de mouton a également des propriétés curatives, à condition qu'il ne soit pas employé trop tard. — M. **Pierre Bonnier** présente quelques observations sur le signe de Romberg, le sens musculaire et le sens des attitudes d'équilibre.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 8 Novembre 1895.

M. **Freundler** a dédoublé, par les sels de strychnine, l'acide dioxystéarique correspondant à l'acide oléique. Le sel de l'acide gauche est beaucoup moins soluble dans l'alcool que le sel de l'acide droit. Il a étudié aussi le pouvoir rotatoire de ces acides en solution. Ce pouvoir est très faible: $[\alpha]_D = +2°$. M. Freundler a également étendu aux chloracétyltartrates et aux dichloracétyltartrates les études sur les variations du pouvoir rotatoire qu'il avait commencées sur les éthers tartriques. Il a pu constater que la présence du chlore dans la molécule faisait naître de nombreuses anomalies dans les variations de $[\alpha]_D$. — M. **Moureu** a étudié quelques dérivés de la série de l'eugénol. On donnait jusqu'ici à ce corps la formule d'un allylgaïacol sans preuves synthétiques à l'appui de cette manière de

voir. Par l'action de l'iodure d'allyle sur le vératrol, en présence de poudre de zinc, M. Moureu a réalisé la synthèse de l'éther méthylique de l'eugénol :

$$C^6H^4 \begin{cases} CH^2-CH=CH^2 & (1) \\ OCH^3 & (3) \\ OCH^3 & (4) \end{cases}$$

Cette synthèse démontre bien la nature allylique et non propénylique de la double liaison. — M. **Urbain** a étudié les produits de condensation de l'aldéhyde isobutylique. Il effectue cette condensation en traitant cette aldéhyde par son poids d'une dissolution alcoolique de soude à 5 %. Si l'on élimine l'alcool au bain-marie et la soude par des lavages successifs, on obtient les produits qu'a obtenus M. Fossek, en traitant l'aldéhyde isobutylique par l'acétate de soude en tubes scellés. L'auteur s'est proposé d'établir la constitution de ces composés. Le corps répondant à la formule $C^8H^{14}O$ ne s'obtient qu'en très petite quantité. Il bout à 140°. Son oxydation facile à l'air doit le faire considérer comme le triméthylpenténal :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C=CH-\overset{\overset{CH^3}{|}}{\underset{\underset{CH}{|}}{C}}-CHO$$

Le corps répondant à la formule $C^8H^{16}O^2$ (diisobutyraldéhyde de Fossek) bout à 125°-130°, sous 14 millimètres : traité par le chlorure d'acétyle, il donne un éther monoacétique bouillant à 230-235°, ce qui met en évidence sa nature alcoolique. Ses propriétés réductrices et son aptitude à se combiner aux bisulfites alcalins doivent le faire considérer comme une aldéhyde ou une acétone. Il est inaltérable à l'air et fournit par oxydation de l'acide isobutyrique. Traité par le sodium en solution éthérée, il donne le glycol obtenu par Fossek en traitant l'aldéhyde isobutylique par des solutions concentrées de potasse. Ce glycol ayant la constitution suivante :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH-CHOH-CHOH-CH<\!\!\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix},$$

il résulte de cette dernière réaction et des précédentes que la diisobutyraldéhyde de Fossek est la diméthylhexanolone :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH-CO-CHOH-CH<\!\!\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}.$$

On obtient également dans cette réaction un corps cristallisé bouillant vers 180°, sous 14 millimètres. Ce corps n'a pas encore été étudié. L'auteur a montré, de plus, que l'on obtient des produits différents en modifiant le traitement de la manière suivante : on traite l'aldéhyde par la même dissolution sodique, mais on élimine la soude par un courant d'acide carbonique et on chasse ensuite l'alcool. On obtient ainsi, outre les produits décrits précédemment, un corps bouillant à 95° sous 14 millimètres. Isomère de la diméthylhexanolone, ce corps doit être considéré comme le triméthylpentanolal :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH-CHOH-\overset{\overset{CH^3}{|}}{\underset{\underset{CH^3}{|}}{C}}-CHO.$$

Il s'altère rapidement à l'air et est décomposé par la moindre élévation de température en présence d'alcalis. Son éther acétique bout à 210°. Il donne par réduction le triméthylpentanediol :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH-CHOH-\overset{\overset{CH^3}{|}}{\underset{\underset{CH}{|}}{C}}-CH^2OH$$

dont la diacétine bout à 110-115° sous 14 millimètres. — M. **Wyrouboff** a décrit, il y a quelque temps, les tartrates neutres de rubidium, doués du pouvoir rotatoire à l'état solide et en solution. Il a constaté de plus que les rotations sous ces deux états sont de sens inverse. Il fait ressortir les difficultés que l'on éprouve si l'on veut faire cadrer ces faits avec les théories actuelles et la contradiction qu'il relève dans un travail de M. Traube. Ce dernier, après avoir formellement déclaré que le sens de la rotation devait nécessairement être le même que celui de la solution, trouve maintenant que cette particularité du tartrate de rubidium n'a rien d'extraordinaire : le sens de la rotation changeant très souvent pour un même corps avec le dissolvant, avec la nature des substitutions et l'état d'agrégation.

E. Charon.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 10 Octobre 1895.

Le président annonce le décès de MM. **Louis Pasteur** de Paris, membre d'honneur étranger ; **Moriz Willkomm** de Prague, correspondant, et **Sven Ludwig Loven** de Stockholm ; il résume les travaux de ces savants. — M. **Grobben** de Vienne est élu membre ordinaire, M. **Wirtinger** d'Innsbrück est nommé correspondant, et MM. **Berthelot** de Paris et **Engelmann** d'Utrecht sont élus correspondants étrangers.

1° Sciences mathématiques. — M. **Ernest Blaschke** : Etudes de cinématique. — M. **C. Paschl** : Sur le problème de la théorie de la chaleur.

2° Sciences physiques. — M. **Albert v. Obermayer** : Action du vent sur les surfaces faiblement arrondies. — M. **Georg Gregor** : Action de l'iodure d'éthyle sur le β-résorcylate de potassium. En solution alcoolique, il se forme l'acide monéthyl β-résorcylique, qui paraît dériver non de la forme bitertiaire de la résorcine, mais de la forme secondaire-tertiaire. — MM. **Guido Goldschmiedt** et **Franz Schrawhofer** : Hydrazone de la phlorone et ses produits de substitutions. Les auteurs étudient l'influence de la position et de la nature des groupements substitués pour la formation des hydrazones. Les dérivés chlorés, bromés, iodés, nitrés donnent facilement des hydrazones. — M. **Carl Brunner** : Nouvelle base obtenue à partir de l'isobutylidenhydrazine. Au lieu du diméthylindol, l'auteur obtint un composé borique $C^{10}H^{11}Az$ dont il donne les propriétés. — M. **Robert Hirsch** : Sur l'aldoxime papavérique. Ce composé se présente sous deux modifications stéréoisomères fournissant des chlorhydrates bien distincts. — M. **Max Baczewski** : Recherches chimiques sur la semence de *Nephelium lappaceum* et sur les matières grasses qui y sont contenues ; l'auteur donne la composition quantitative et qualitative des produits chimiques isolés. — M. **Carl Glücksmann** : Formation de la pinacoline de l'isobutyrate de calcium. La pinacoline signalée par Barbaglia et Gucci ne se forme pas dans la distillation du sel précédent, mais bien une acétone isomérique avec elle.

3° Sciences naturelles. — M. **Steindachner** : Les poissons d'eau douce dans la presqu'île des Balkans. — M. **Sibenrock** : Le squelette de l'*Agamidæ*. — M. **Zickal** : Recherches morphologiques et biologiques sur les lichens. — M. **Franz Roula** : Etudes géologiques dans l'est des Balkans et conclusions de l'ensemble des recherches effectuées par l'auteur dans cette région. — M. **Czapek** : Recherches sur la direction suivie par les diverses parties des plantes à organes plagiotropes.

Séance du 17 Octobre 1895.

1° Sciences naturelles. — M. **Alfred Nalepa** : Nouveaux microphthires de la bile (12e communication). — M. **v. Ebner** : Anatomie de la corde dorsale de l'*Amphioxus lanceolatus*.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

6e ANNÉE N° 23 15 DÉCEMBRE 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

SOUSCRIPTION INTERNATIONALE POUR ÉRIGER, A PARIS, UN MONUMENT A L. PASTEUR — HOMMAGE A LA MÉMOIRE DE LOBATSCHEVSKY

La *Revue* exprimait récemment le vœu qu'une statue de L. Pasteur fût érigée en plein Paris, « pour rappeler aux foules occupées de leurs affaires ou de leurs plaisirs la vie laborieuse du grand savant passionné de science et d'humanité ». Ce vœu vient de recevoir un commencement de réalisation. Le Président et les membres du Conseil de l'Institut Pasteur ont réuni, mercredi dernier, un Comité composé de savants, d'écrivains, d'artistes et de quelques hommes politiques, pour élever à Paris, par voie de souscription *internationale*, un monument à la mémoire de Pasteur.

Le Conseil a jugé avec raison que la souscription devait être *internationale*, afin de permettre à tous les peuples d'exprimer leur reconnaissance à l'homme dont les travaux ont rendu tant de services à l'humanité.

La *Revue* tiendra ses lecteurs au courant des mesures prises pour assurer le fonctionnement de la souscription. Dès à présent les engagements de versements peuvent être adressés à l'Institut Pasteur.

En vue de perpétuer le souvenir du grand rénovateur de la Géométrie, Lobatschevsky, un Comité, composé des plus éminents mathématiciens du monde entier, se forma en 1893 à Kazan et ouvrit à cet effet une souscription. Le Comité vient de publier son rapport, duquel nous extrayons les renseignements suivants :

La somme aujourd'hui disponible s'élève à 8.840 roubles (un peu plus de 35.000 francs). L'importance de cette somme a conduit le Comité à adopter le double projet suivant : 1° fondation d'un prix international pour les travaux géométriques (spécialement ceux qui se rapportent à la Géométrie non Euclidienne) ; 2° érection d'une statue à Lobatschevsky.

Le prix, qui consiste en une somme de 500 roubles (environ 2.000 francs), sera décerné tous les trois ans au meilleur Mémoire ou Ouvrage sur la Géométrie. Les mémoires devront être écrits en russe, français, allemand, anglais, italien ou latin, et adressés à la Société Physico-Mathématique de Kazan, une année au moins avant la collation du prix. Le premier prix sera décerné le 22 Octobre (3 Novembre) 1897.

La seconde partie de la souscription sera affectée à l'érection de deux statues à Lobatschevsky, l'une devant l'Université de Kazan, l'autre à l'intérieur de la même Université. La première statue, avec son piédestal, coûtera 3.000 roubles, dont 2.000 pris sur les fonds de la souscription et 1.000 fournis par le Conseil municipal de la ville de Kazan. Les frais de la seconde statue seront supportés en partie par les Professeurs de l'Université de Kazan.

Tous les Ouvrages et Mémoires se rapportant à Lobatschevsky et à sa Géométrie, y compris le œuvres imprimées et manuscrites du grand géomètre lui-même, seront réunis en une collection séparée, qui portera le nom de « Bibliotheca Lobatschevskiana ».

LE MONDE MÉCANIQUE ET LE MONDE ÉNERGÉTIQUE

Nous publions ci-après deux réponses à un récent article de M. W. Ostwald[1]. Le titre de cet article, tel que l'éminent savant l'avait libellé en allemand, était : *Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus*. Comme la traduction littérale n'eût pas exprimé le sens de ces mots, nous avons essayé d'en indiquer l'idée par cette rubrique : « *La Déroute de l'Atomisme contemporain*[2]. » M. Ostwald combat, en effet, dans cet article la théorie classique de la matière, et en soutient une autre qui, sous le nom d'Énergétique, attire depuis quelques années l'attention des physiciens et des chimistes. La *Revue* a eu soin de tenir ses lecteurs au courant des discussions soulevées à ce sujet, et plusieurs savants, MM. G. Charpy, A. Étard, H. Le Châtelier, Ph. A. Guye, etc., ont signalé ici même l'importance des doctrines du hardi novateur. Ces doctrines, — pas plus que les théories, tout contraires, de la Stéréochimie, que la *Revue* a également exposées, — ne sauraient aller sans provoquer d'ardentes controverses. Suscitant la sympathie des uns, l'indignation des autres, la curiosité de tous, elles s'imposent aujourd'hui à l'examen, et il est naturel qu'en ces difficiles problèmes, auxquels personne ne peut se flatter d'apporter une solution globale et définitive, la critique s'exerce sous toutes les formes, suivant les tendances scientifiques et le tempérament de chacun. Cette diversité d'appréciation apparaît jusque chez des esprits formés aux mêmes disciplines, et souligne l'intérêt des réponses suivantes faites, à deux points de vue un peu différents, par M. A. Cornu et M. Brillouin aux récentes affirmations du célèbre professeur de Leipzig.

(La Direction.)

QUELQUES MOTS DE RÉPONSE

A « LA DÉROUTE DE L'ATOMISME CONTEMPORAIN »

En lisant dans la *Revue*, à la première place, sous la signature d'un professeur d'Université allemande, M. Ostwald, la *Déroute de l'Atomisme contemporain*, j'ai éprouvé un sentiment pénible : ce sentiment sera partagé, j'en suis sûr, par tous les lecteurs qui pensent que l'œuvre scientifique léguée par les plus grands génies dont la science s'honore est chose respectable, et ne mérite à aucun titre le persiflage arrogant dont ce prétentieux article est assaisonné.

Qu'un feuilletoniste irresponsable choisisse un titre baroque et fasse le bel esprit sur des sujets respectés, c'est affaire sans conséquence : mais, qu'un homme de science, ayant charge d'âmes, écrive dans une Revue sérieuse un article tapageur, pour railler des notions claires et fécondes au profit d'aspirations vagues ou banales, c'est, à mon avis, un acte regrettable et peu digne d'un véritable savant. Le public, confiant *à juste titre* dans le jugement des collaborateurs de la *Revue*, n'a, d'ordinaire, ni le temps ni les moyens de contrôler les opinions qu'on lui présente ; il risquera donc d'accueillir comme démontrées les affirmations erronées ou les insinuations railleuses accumulées par l'auteur pour prouver la prétendue « déroute ». Après cette lecture, le public ne gardera dans l'esprit que le doute et le ridicule jetés sur la valeur des efforts dépensés depuis trois siècles pour ramener l'explication des phénomènes naturels aux lois de la Mécanique. Or, c'est précisément le sentiment inverse qu'il faudrait inspirer au lecteur, un sentiment d'admiration respectueuse pour les résultats obtenus depuis Galilée, dans cette voie, par Descartes, Huygens, Newton, Euler, Laplace, Fresnel, Gauss, von Helmholtz. Bien loin d'être « une erreur pure et simple », comme le prétend l'auteur de la « Déroute », bien loin d'être stérile, la conception cartésienne est, au contraire, en pleine floraison : chaque jour voit disparaître un des agents physiques, une de ces entités provisoires créées pour résumer les faits : le Son, la Lumière, la Chaleur, l'Électricité et le Magnétisme viennent se ranger peu à peu dans le domaine soumis aux axiomes de la Mécanique rationnelle : bien plus, dans chaque branche de science en voie de formation, c'est par la proportion des faits représentés par les conceptions mécaniques qu'on mesure le degré d'avancement et la marche du progrès. Que signifie alors l'affirmation suivante (p. 955) :

« C'est une entreprise vaine, qui a piteusement échoué devant toute expérience sérieuse, de vouloir rendre compte, par la Mécanique, de tous les phénomènes connus. »

Où donc M. le Pr Ostwald a-t-il vu tant d'échecs piteux ? Est-ce dans la Mécanique céleste, dans la théorie du Son ou de la Lumière, dans la Thermo-

[1] Voyez la *Revue* du 15 Novembre 1895.

[2] M. Ostwald, qui n'a pu corriger les épreuves de la traduction française, nous a écrit, après l'apparition de son article, qu'il eût préféré pour titre : « *La Réforme de la Physique générale* ».

dynamique? Toutefois, la démonstration a dû lui paraître insuffisante, car il s'est cru obligé de la reprendre par des *arguments mathématiques* :

« Dans toutes les équations mécaniques, le signe de la variable représentant le temps peut changer ; en d'autres termes, les phénomènes de la Mécanique rationnelle peuvent suivre le cours du temps où le remonter. Dans le monde de la Mécanique rationnelle, il n'y a ni passé ni avenir, au même sens que dans le nôtre : l'arbre peut redevenir rejeton et graine ; le papillon, chenille ; le vieillard, enfant. Pourquoi ces faits ne se produisent-ils pas dans la réalité ? La théorie mécanique ne l'explique pas; et, en vertu même des propriétés des équations, elle ne peut l'expliquer. Le fait que, dans la nature réelle, les phénomènes ne sont pas réversibles, condamne ainsi sans appel le matérialisme physique. »

Une condamnation « sans appel » ! Quel langage de polémiste aux abois! Mais ce qui touche au grotesque, c'est la désinvolture avec laquelle l'auteur traite la théorie ondulatoire :

... « Pourtant, les jours de la théorie des ondulations étaient aussi comptés : à notre époque, cette théorie a été enterrée sans bruit pour faire place à la théorie électromagnétique. Faisons l'autopsie de son cadavre : la cause de la mort nous apparaîtra évidente : elle a péri par ses parties mécaniques..... Pour épargner pareil sort à la théorie électromagnétique, actuellement adoptée, l'immortel Hertz, auquel elle doit tant, renonce expressément à y voir autre chose qu'un système de six équations différentielles. »

Ce badinage est d'un goût exquis : la conclusion se chante sur l'air de Marlborough :

La théorie des ondes est morte,
Est morte et enterrée;
J'lai vu porter en terre
Par quatre-z-équations.

Ainsi, d'après M. Ostwald, il ne reste rien de l'œuvre de Fresnel, de cette admirable théorie des ondes lumineuses dont l'influence a été si étendue et si féconde depuis trois quarts de siècle : voilà ce que retiendront certainement les lecteurs de la *Revue*. Ils se diront que cette théorie devait être bien médiocre pour que la théorie électromagnétique l'ait « enterrée sans bruit »; ils se diront encore que la théorie électromagnétique gît également au cercueil, puisque l'immortel Hertz l'a réduite au squelette de six équations différentielles; mais alors, — ce que n'a pas osé avouer M. Ostwald, — l'immortalité de Hertz est bien compromise, car son vrai titre de gloire est d'avoir ramené, par une expérience célèbre, l'induction électrique dans l'espace aux ondulations à vibrations transversales et d'avoir montré qu'elle se propage par le même mécanisme et avec la même vitesse que la lumière. Tout cela ne serait-il, comme le veut l'auteur de la « Déroute », qu'un fantôme évanoui dans les ombres de la mort? Heureusement pour Hertz, pour Maxwell, qui a eu le premier l'idée de cette belle synthèse électro-optique, heureusement pour Fresnel et pour l'honneur de notre siècle, il n'en est rien. La théorie ondulatoire moderne est bien vivante, car elle réside tout entière dans ces deux faits : propagation par ondes des ébranlements lumineux ou électriques ; transversalité du vecteur qui représente dans les moindres détails les phénomènes si délicats de l'Optique ainsi que l'induction dans l'espace. Peut-on nier que cette représentation, qui embrasse des phénomènes si nombreux et si divers, ne soit pas essentiellement mécanique? Et alors, que pensera le lecteur en relisant la phrase :

« C'est une entreprise vaine qui a piteusement échoué devant toute expérience sérieuse, de vouloir rendre compte par la Mécanique de tous les phénomènes physiques connus. »

Évidemment *tous* les phénomènes physiques ne sont pas encore expliqués; mais la marche de la science, depuis un siècle surtout, est assez rapide pour qu'on soit en droit d'espérer des généralisations de plus en plus étendues. Le grand obstacle auquel on vient se heurter au fond de toutes les théories est l'ignorance où nous sommes de la structure intime des corps pondérables et du milieu impondérable existant jusque dans le vide. Dans quelle mesure la connaissance exacte de cette constitution est-elle nécessaire pour expliquer mécaniquement les phénomènes physiques? C'est là le grand problème : pourquoi désespérer de le résoudre et le déclarer absurde *à priori?* Comme les géomètres, les physiciens y travaillent avec ardeur, chacun avec ses moyens propres; bien des résultats partiels sont déjà acquis et toujours dans le sens d'une réduction aux lois ordinaires de la Mécanique. Et, si l'on doit s'étonner d'une chose, c'est de voir la Mécanique rationnelle, avec des éléments si restreints et si simples, — points matériels et actions réciproques, — arriver à rendre un compte si fidèle de tant de phénomènes divers et compliqués.

J'aurais bien d'autres critiques à adresser à l'article de M. Ostwald; je me suis borné au point essentiel : ayant eu à traiter, quelques semaines auparavant, des questions de même genre [1] dans un esprit diamétralement opposé, j'ai peut-être été, plus qu'un autre, blessé par la lecture de la « Déroute » : aussi n'ai-je pas pu m'empêcher de protester de toutes mes forces contre la négation railleuse des principes qui, depuis trois siècles, ont donné tant de preuves de leur fécondité et dans lesquels, naguère encore, Green, Cauchy, Gauss et von Hemholtz puisaient leurs plus remarquables inspirations.

A. Cornu,
Vice-Président de l'Académie des Sciences

[1] Notices de l'Ann. du Bur. des Longit. (1896) *sur les forces à distance et les ondulations*, et les *travaux de Fresnel en Optique.*

POUR LA MATIÈRE

C'est un sujet d'étonnement perpétuel, que cette inévitable oscillation de l'esprit humain entre des opinions extrêmes, dont les dernières années nous fournissent un nouvel exemple. — Après la banqueroute de la Science, la déroute de l'Atomisme [1]! Titres à effet, qui exagèrent certainement, sinon la pensée des auteurs, au moins la part de vérité qu'elle contient. Il y a quelque quinze ans, alors que les théories aujourd'hui en vogue, n'avaient pas conquis la faveur publique, je crois avoir prémuni quelques générations de jeunes gens, dans la mesure de mon action comme professeur, contre les excès de représentation matérielle auxquelles on se livrait souvent, en électricité surtout; je crois qu'il est temps maintenant de réclamer un peu pour cette pauvre matière que nous ne connaissons que par ses qualités, je le veux bien, mais dont nous ne connaîtrions guère les qualités si elle n'existait pas. Et, après tout, que connaîtrions-nous donc, si nous ne nous permettions pas de conclure des qualités, et, en particulier, de celles qui se révèlent par des formes variées de l'énergie, à une substance qui possède ces qualités? Et n'est-il pas aussi utile pour la clarté et la brièveté du langage, que pour la netteté des conceptions, d'accorder quelque crédit à l'existence de cette matière?

I

Dans l'état actuel de la science chimique, il y a encore des corps simples irréductibles les uns aux autres; il y en a même beaucoup. C'est à cette notion expérimentale que répond l'idée que, dans l'oxyde de fer, l'oxygène et le fer existent côte à côte. On peut bien glisser, et n'en point parler; mais, dès qu'on en parle, dès qu'on se rappelle que tous les procédés employés pour décomposer l'oxyde de fer ne font pas retrouver autre chose que de l'oxygène et du fer, je ne crois pas qu'on puisse se soustraire à la conviction que l'oxygène et le fer y sont restés distincts. Il n'y a pas tant d'années que cette idée est conquise, et que la transmutation des métaux est devenue chimérique. C'est une loi d'expérience que la *conservation de la matière*, et elle est plus vaste que celle de la *conservation de la masse*. — Ce n'est pas seulement la masse totale de l'oxyde de fer qui est égale à la somme des masses de l'oxygène et du fer; c'est individuellement la masse de l'oxygène qu'on en peut extraire, ainsi que celle du fer, qui sont chacune invariables. D'ailleurs, les propriétés de chacune des matières constituantes ne disparaissent pas si complètement que M. Ostwald le déclare aujourd'hui pour les besoins de la cause. Il suffit d'ouvrir l'important traité de l'éminent professeur de Leipzig, pour y trouver, réunies et décrites, toute une série de propriétés physiques des composés, que lui-même a baptisées *additives*, parce que le nombre qui les mesure dans le composé est la somme des nombres correspondants pour les constituants. Ces propriétés se sont conservées dans la combinaison. On a raison de parler de la conservation de la *matière*.

Nous en pouvons et devons parler au même titre que de la conservation des facteurs premiers d'un nombre entier. De même la monnaie, billon, argent, or, introduite dans une tire-lire, se conserve non seulement au total, comme à la caisse d'épargne, mais en détail.

La notion d'une matière inaltérable en soi, est bien une conquête de l'expérience, et si récente que nous n'avons pas encore le droit d'en faire fi et de la noyer dans la notion incomplète de conservation de la masse.

II

N'est-ce pas aussi une bien rapide exécution que celle de la théorie mécanique des ondulations; et, pour quelques difficultés qu'on y rencontre, faut-il la sacrifier sans regret? Ce serait à croire que la théorie électromagnétique de la lumière s'établit sans difficultés ni hypothèses; ceux qui en connaissent autre chose que la fin, ne seront peut-être pas de cet avis, et se rappelleront peut-être combien le commencement et les étapes d'intermédiaires prêtent à la discussion. — Aux yeux de beaucoup de gens, la gloire de Hertz ne serait pas immortelle, tant s'en faut, s'il n'avait à son actif que « d'avoir renoncé à voir dans la théorie électro- « magnétique autre chose qu'un système de six « équations différentielles ». Heureusement pour lui, il avait fait autre chose auparavant, et fort heureusement aussi Maxwell lui en avait fourni l'occasion par une audacieuse interprétation d'équations hypothétiques.

Et puis, vraiment, le bon billet qu'a La Châtre! Parce que nous parlons d'équations différentielles, la question de stabilité est-elle supprimée? ou résolue? Est-ce que l'idée de stabilité est si exclusivement mécanique, qu'il suffira de dire : « Nos équations différentielles ne se rapportent « plus à un phénomène mécanique; il n'y a plus à

[1] Voyez l'article de M. Ostwald dans la *Revue* du 15 novembre dernier, t. VI, page 953 et suiv.

s'occuper de stabilité »? Est-ce une de ces idées superflues, introduites par la représentation mécanique, ou une idée fondamentale, liée aux phénomènes eux-mêmes? N'est-ce pas, au contraire, sur cette difficile question de la stabilité en général que portent les principaux efforts de tout un groupe de physiciens, qui combattent d'ailleurs souvent du même côté que fait M. Ostwald aujourd'hui, et parmi lesquels je tiens à citer M. Duhem à cause de sa connaissance approfondie des sujets qu'il ne dédaigne pas de vulgariser, et de sa haute conception de la connaissance scientifique?

III

J'aurais bien envie de partir encore en bataille pour les théories cinétiques; quand on fait l'« autopsie » de la théorie des ondulations et qu'on la remplace par la théorie électromagnétique de la lumière, comme plus cohérente et mieux enchaînée, on ne saurait tenir rigueur à la théorie cinétique des incontestables difficultés qu'elle soulève. Bien au contraire, on doit admirer quel merveilleux parti Clausius a su tirer d'une notion unique, — inévitable conséquence de la diffusion spontanée des gaz malgré la pesanteur — celle du mouvement propre des parties constituantes du gaz. Je ne crois pas qu'aucune idée simple se soit montrée si féconde, et ait permis, par son développement logique, de rattacher l'une à l'autre tant de propriétés distinctes, depuis la loi de compressibilité au repos, jusqu'à la loi du frottement interne dans les mouvements lents, et, même, par une représentation mécanique des phénomènes thermiques, depuis la loi de dilatation jusqu'aux lois de conductibilité.

IV

Mais voilà la grande question : cette image, cette représentation du monde, avons-nous le droit de nous en occuper? « On n'a besoin d'aucune « image, d'aucun symbole. Ce n'est pas notre « affaire de voir le monde plus ou moins déformé « dans un miroir courbe; il faut le voir directe- « ment, autant que le permettent nos forces « intellectuelles. » Directement, c'est bientôt dit. Que voyons-nous donc directement? Que savons-nous directement? Nos connaissances sont essentiellement personnelles et subjectives. Tout au plus, et par un singulier effort, pouvons-nous les rendre impersonnelles, et faire éprouver à d'autres la même impression que nous ressentons nous-mêmes en présence des phénomènes. Quant à parvenir à une connaissance objective du phénomène lui-même, je n'en connais pas le moyen; qu'on le veuille ou non, ce n'est donc pas le phénomène lui-même que l'on connaît, c'est une représentation qu'on s'en fait. Le moindre défaut de ces représentations du monde est donc, à mon avis, d'être inévitables. D'ailleurs, chacun les choisit à son gré, suivant sa nature d'esprit. Les uns préfèrent une représentation purement intellectuelle et verbale; poussée à son extrême degré d'abstraction, c'est la représentation numérique, algébrique, ou sous forme d'équations différentielles. Mais c'est toujours une représentation, c'est une sorte de table à double entrée, avec des mots ou des signes d'un côté, et de l'autre des recettes détaillées pour la production de phénomènes définis, — définis quand le manuel opératoire est complet.

Tout le monde ne se joue pas facilement dans l'abstraction et, — sans contester que ce soit un exercice utile par sa difficulté même, — on peut bien choisir un autre tableau de correspondance entre les phénomènes extérieurs et d'autres phénomènes plus simples, qu'on connaît mieux, dont on saisit mieux l'enchaînement. Il ne paraît guère contestable que, dès le début de la vie, l'expérience quotidienne familiarise un très grand nombre de personnes avec les phénomènes mécaniques. Pour celles qui ont quelque habitude de *voir* les phénomènes mécaniques, de les enchaîner intuitivement, — comme d'autres font pour les mots ou les équations différentielles, — je réclame donc le droit d'employer les images mécaniques, et de dresser le tableau à double entrée, — images mécaniques d'un côté, faits physiques de l'autre, — sans être excommuniées ou traitées de retardataires. Et quand il leur arriverait d'employer une représentation un peu plus déterminée que le phénomène auquel elle se rapporte, je laisserais à celui qui se sent sans péché analogue, et qui n'a jamais détourné les mots de leur acception propre, le soin de leur jeter la pierre.

Si lord Kelvin, von Helmholz, Clausius, à qui l'on ne refusera certes pas la faculté d'abstraction, ont toujours trouvé très utiles pour leur propre usage les images mécaniques du monde, permettons à d'autres de faire comme eux.

Reconnaissons pourtant, — et sur ce point je m'associe entièrement à la campagne de l'éminent professeur de Leipzig, — que trop souvent l'image qu'on se fait du monde est exclusivement géométrique, sans aucune idée dynamique. Il faut considérer, dans toute machine, un mécanisme et la transformation d'énergie qu'il effectue; les deux points de vue méritent une égale attention dans l'étude de la Nature.

V

Que faut-il donc exiger, puisque nous ne pouvons certainement pas connaître le monde tel qu'il est?

C'est que chacun choisisse une manière de raisonner sur le monde, qui soit juste autant que possible, c'est-à-dire qui donne une exacte correspondance entre l'enchaînement des faits et l'enchaînement des symboles — et surtout qui soit *rapide*, *intuitive* et *féconde;* il est impossible qu'une seule et unique méthode convienne à tous. Qui oserait contester à Faraday le choix de sa représentation du monde, et qui donc saurait s'en servir après lui?

Après le plaidoyer de M. Ostwald pour l'énergie, deux mots résumeront cet article, écrit moins pour le combattre que pour rétablir l'équilibre : *Pour la liberté et pour la matière.*

Marcel Brillouin,
Maître de Conférences de Physique à l'École Normale Supérieure.

LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS

SES MÉTHODES ET SES RÉSULTATS

Bien que la Revue *ait eu soin de décrire, à mesure qu'ils se sont produits, tous les travaux relatifs à la photographie des couleurs, un grand nombre de nos lecteurs nous ont exprimé le désir de trouver, en un article d'ensemble, l'exposé précis de nos connaissances sur ce grand sujet. C'est à ce désir que répondent, — avec de nouveaux éléments de critique et leur haute autorité de praticiens et de savants, — les éminents auteurs de la présente étude.*

(La Direction.)

Le grand problème de l'obtention photographique des couleurs, dont la solution n'a fait aucun progrès pendant de longues années, a subi un essor remarquable depuis la découverte mémorable de M. Lippmann [1].

Des chercheurs, enthousiasmés par l'idée vraiment géniale de ce savant, se sont engagés avec ardeur dans cette nouvelle voie, puis bientôt d'autres ont repris les méthodes proposées antérieurement; de sorte que la méthode Lippmann, indépendamment de sa valeur propre, — qui est incontestablement considérable, — a eu encore le mérite de ramener l'attention d'un grand nombre d'expérimentateurs sur la question fort délaissée de la représentation photographique des objets avec leurs couleurs.

Les publications sur ce sujet ont été nombreuses depuis quelque temps, soit en France, soit à l'Étranger, et, suivant les auteurs de ces publications, nous avons vu émettre des opinions très variées et souvent contradictoires sur la valeur des différentes méthodes conduisant au but cherché.

Depuis plusieurs années, nous avons successivement étudié les diverses solutions proposées; nous avons apporté de nombreuses modifications dans la mise en œuvre des procédés décrits jusqu'ici.

Nous croyons qu'il n'est pas superflu de signaler les efforts que nous avons tentés et de montrer les avantages et inconvénients qui nous ont paru exister dans chacune des méthodes employées.

Il est à remarquer que chaque fois qu'une solution du grand problème qui nous occupe est proposée, chaque fois qu'un résultat est exhibé, les appréciations diverses qui s'y rattachent dépassent les limites de la vérité; il y a une sorte d'engouement général, provenant, sans aucun doute, de l'importance considérable de cette question.

Notre but principal, en écrivant cet article, est non seulement d'enregistrer nos expériences, mais surtout d'exposer les remarques auxquelles ces expériences nous ont conduits, et les conclusions que nous croyons pouvoir formuler relativement à l'état actuel de la question et à l'avenir des différentes méthodes, sans aucun parti pris pour les unes ou pour les autres.

Nous ne nous arrêterons pas aux solutions proposées par Becquerel, Niepce de Saint-Victor, Poitevin de Saint-Florent, qui n'ont d'intérêt, pour le moment, qu'au point de vue théorique et qui n'ont fourni jusqu'ici que des résultats très incomplets.

I. — Méthode de la destruction des couleurs [1].

Tout récemment, M. Vallot [2] a indiqué un très intéressant procédé basé sur la destruction par la lumière de certaines matières colorantes; ce procédé consiste à exposer à la lumière, sous un cliché coloré, une feuille de papier enduite d'un mélange de couleurs rouge, jaune et bleue aussi fugaces que possible.

Nous avions fait dans cette voie, il y a plusieurs

[1] Cette découverte a été exposée ici même par notre illustre collaborateur, M. G. Lippmann, avec tous les détails qui s'y rapportent. Voyez à ce sujet la *Revue* du 30 janvier 1892, tome III, pages 41 à 45. (*Note de la Direction.*)

[1] A propos de cette méthode, voyez dans la *Revue* du 30 août 1895 l'article que M. Bernard Brunhes a consacré aux *Idées nouvelles sur la Photographie des couleurs.*]

[2] *Moniteur de la Photographie*, 1895, p. 139.

années, une série d'expériences qui n'ont d'ailleurs pas été publiées.

En employant comme matière colorante la cyanine, le rouge de quinoléine et le curcuma, nous avons pu arriver à une sensibilité plus grande que celle du mélange indiqué par M. Vallot (bleu victoria, pourpre d'aniline, curcuma); mais aussi les épreuves, qu'il n'était pas possible de fixer, s'altéraient beaucoup plus rapidement.

On n'entrevoit pas actuellement dans les substances que la Chimie met à notre disposition, la possibilité d'utiliser une telle méthode.

L'impression, en effet, est très lente; il est extrêmement difficile de trouver des couleurs élémentaires convenables et douées de sensibilité concordante; de plus, les images ne peuvent être fixées; nous avons bien réalisé un commencement de fixage, avec certaines couleurs, en traitant l'image colorée par des sels métalliques appropriés, qui forment des combinaisons plus stables que les matières colorantes elles mêmes. Le fixage est incomplet et a encore l'inconvénient de modifier les couleurs de l'image. — Nous avons vu de tels inconvénients à ce procédé que nous n'avons pas poursuivi nos recherches dans ce sens.

Ces différentes méthodes étant éliminées, il en reste deux qui présentent incontestablement une valeur bien plus grande et qui sont bien près de constituer la solution pratique cherchée, sans cependant atteindre encore ce but d'une façon complète; nous voulons parler :

1° De la méthode *interférentielle* de M. Lippmann;

2° De la méthode *indirecte*, dont le principe a été indiqué par MM. Cros et Ducos du Hauron, et dont les applications ont été étudiées surtout par M. Léon Vidal.

Nous nous proposons d'examiner l'état actuel de la question dans ces deux cas.

II. — Méthode interférentielle de M. Lippmann.

Nous ne reviendrons ici ni sur le principe de la méthode, ni sur les manipulations bien connues qui ont été instituées; nous nous contenterons d'examiner les avantages et les inconvénients de cette solution.

Lorsque M. Lippmann a divulgué son admirable découverte, ce fut de toutes parts un véritable enthousiasme dans le monde photographique, enthousiasme bien légitime; n'est-il pas, en effet, merveilleux de déduire d'idées théoriques sur la nature ondulatoire de la lumière un procédé d'enregistrement photographique des couleurs?

Indépendamment de la reproduction des couleurs, la géniale découverte de M. Lippmann constitue incontestablement une éclatante et lumineuse confirmation de la théorie des ondulations.

Aussi n'entendons-nous pas que les critiques que nous pourrons formuler, uniquement au point de vue de l'utilisation pratique de cette méthode, puissent en rien diminuer la valeur considérable d'une des plus grandes découvertes de l'époque.

On sait que les images interférentielles sont miroitantes, comme les anciens daguerréotypes : chaque opération ne donne qu'une seule épreuve, et, pour avoir d'autres exemplaires, il faut recommencer la série des opérations; on n'entrevoit pas le moyen, pour l'instant du moins, de produire des épreuves sur papier, faciles à voir, sans recourir à la projection.

On sait aussi que les couleurs changent avec l'incidence sous laquelle la photographie est examinée. La méthode exige l'emploi de plaques photographiques sans grains appréciables; or, jusqu'ici il n'a pas été possible d'obtenir des préparations remplissant cette condition, tout en présentant une grande sensibilité.

La sensibilité des plaques photographiques est liée à l'état moléculaire sous lequel se présentent les sels haloïdes d'argent, et l'on a remarqué que toutes les fois que cette sensibilité est augmentée, les dimensions des particules de sel d'argent augmentent aussi.

En se plaçant dans les meilleures conditions possibles d'éclairage, en utilisant des objectifs fonctionnant à 1/3 et même 1/2,7, limite bien difficile à dépasser, il n'a pas été permis, malgré les nombreuses tentatives faites jusqu'ici, d'abaisser le temps d'exposition au-dessous d'une minute.

Ces difficultés actuelles de la méthode interférentielle ne sont peut-être pas insurmontables; mais il en est une plus grave contre laquelle nous n'avons cessé de nous heurter au cours des expériences très multiples auxquelles nous nous sommes livrés : nous voulons parler de la constance dans les résultats et surtout dans l'orthochromatisme des préparations.

Il faut remarquer que ce procédé ne constitue une solution complète du problème de la photographie des couleurs qu'à la condition de supposer que l'orthochromatisme de la substance sensible employée est absolument complet. Or, nos recherches spéciales dans cette voie[1] tendent à montrer que l'orthochromatisme absolu ne peut guère être obtenu avec les moyens dont nous disposons actuellement. Mais, en admettant que cette difficulté soit résolue, — et, pratiquement, on peut jusqu'à un certain point (et lorsqu'on profite de tous les moyens connus)

[1] *Congrès des Sociétés savantes*, 1895 et *Moniteur de la Photographie*, 1895.

négliger les erreurs provenant de cette cause, — il manque encore la constance dans les résultats, constance qui a toujours fait défaut, quels que soient les soins que l'on apporte dans les manipulations.

En opérant avec des poids de substances aussi égaux que peuvent les donner les balances et les instruments de mesure les plus perfectionnés, en séparant les opérations successives par les mêmes intervalles de temps, en se plaçant dans des conditions aussi identiques que possible de température, de degré hygrométrique, de milieu, etc..., on ne peut produire les mêmes résultats avec constance. Ces variations paraissent tenir à deux causes principales :

1° L'action sur l'orthochromatisme que présentent des influences diverses, même assez faibles, est très notable, et cet orthochromatisme doit être pratiquement rigoureux pour fournir des épreuves exactes. Nous avons pu remarquer que les moindres variations de température, de qualité et de quantité des réactifs, d'intervalles entre les manipulations, etc., agissent dans de larges limites sur le déplacement de l'actinisme.

2° Les couleurs dépendant d'une stratification extrêmement délicate, on comprend toute l'importance des changements, même minimes, provenant du développement, du fixage, du renforcement, etc., et de toutes les causes qui peuvent modifier l'épaisseur de la couche sensible, la quantité d'argent réduit ou son pouvoir réfléchissant.

La méthode interférentielle est donc fort délicate; certains éléments de variation, qui échappent, compromettent à chaque instant les résultats ou les modifient plus ou moins profondément.

Si les inconvénients qui viennent d'être cités peuvent un jour être supprimés ou atténués dans une large mesure, la méthode Lippmann sera bien la plus complète des méthodes indiquées jusqu'ici.

Elle a, en effet, un avantage sur toutes les autres : elle offre un point de repère important : lorsque les blancs de l'objet photographié sont dépourvus de toute coloration sur la reproduction photochromique, on peut être assuré que les couleurs y sont toutes représentées avec exactitude.

III. — Méthode indirecte.

Dans la méthode indirecte, les procédés proposés dérivent du principe énoncé il y a plus de 25 ans par Cros et Ducos du Hauron ; ils peuvent tous être classés en deux catégories :

1° Ceux qui utilisent un seul négatif ;

2° Ceux qui exigent trois négatifs.

§ 1. — Méthode à un seul négatif.

Dans le cas d'un seul négatif (procédé Joly [1]) on sait que, pour la production du cliché, on étend une émulsion panchromatique sur une lame de verre préalablement recouverte d'un réseau composé de lignes transparentes, orangées, violettes et vertes, ou bien rouges, jaunes et bleues. On effectue ainsi le triage des couleurs sur une plaque unique. Cette méthode a de grands inconvénients. Indépendamment des difficultés de manipulation, elle ne paraît pas pouvoir donner des colorations intenses; en effet, supposons que l'on veuille représenter une partie d'un objet coloré en rouge vif; seules les lignes rouges du réseau ne seront pas couvertes par l'argent réduit de l'épreuve; or, ces lignes rouges n'occupent que le tiers de la surface; donc, sur l'épreuve, la surface occupée par la partie considérée sera composée d'un tiers de rouge et de deux tiers de noir. Ce sera donc une représentation faible et inexacte de la nature.

Le mode opératoire de M. Joly présente encore un désavantage important sur la méthode à trois négatifs. Dans cette dernière on utilise des plaques dont la sensibilité a été fortement augmentée, mais seulement pour les rayons que les écrans laissaient passer: c'est-à-dire que, pour le négatif du bleu, par exemple, on emploie, avec l'écran orangé, des plaques très sensibles à l'orangé et aussi peu insensibles que possible aux autres rayons colorés. Avec cette précaution, on augmente l'effet de l'écran et on assure une sélection à peu près parfaite des couleurs; dans la méthode Joly, on est forcé de recourir à des émulsions panchromatiques et le triage des couleurs en souffre notablement. — Cette méthode ne paraît donc pas, *à priori*, pouvoir rivaliser avec les suivantes.

§ 2. — Méthodes à trois négatifs.

On a fait à ces méthodes des objections bien imméritées. On a dit notamment qu'il est impossible, avec trois couleurs, d'obtenir une image spectrale avec la pureté de couleurs que l'on devrait rencontrer dans une représentation rigoureusement fidèle. Si cela est vrai au point de vue théorique, on arrive cependant pratiquement à des effets très approchés.

On a dit aussi que trois épreuves ne suffisaient pas et qu'il convient d'ajouter une quatrième épreuve d'un ton neutre ; or, nous avons entre les mains des images fournies seulement par trois monochromes et qui sont des reproductions frappantes d'exactitude des objets qu'elles représentent. Mais ces dernières sont actuellement difficiles à

[1] *Photo. News.* 1895.

obtenir; il faut, pour avoir une grande exactitude et toute l'intensité désirable, partir de couleurs rouge, jaune et bleue extrêmement vives et pures, et, dans ces conditions, la moindre prédominance de l'un des monochromes compromet le résultat.

Il est beaucoup plus facile d'avoir des épreuves d'aspect agréable, mais inexactes et de faibles colorations, en ajoutant une quatrième épreuve ou en employant des couleurs ternes.

On peut considérer comme résolue la première difficulté de la méthode indirecte: le triage des couleurs est assuré si l'on fait usage d'écrans convenables et de plaques photographiques dont la sensibilité, pour les radiations qui traversent l'écran et pour ces radiations seulement, a été exaltée au plus haut degré.

Mais malheureusement, si l'analyse des couleurs est réalisée, leur synthèse n'est pas aussi avancée.

On manque de point de repère dans le tirage des monochromes : tel est l'inconvénient actuel le plus grave de ce procédé, qui est loin d'avoir l'élégance de la méthode interférentielle, mais qui ne mérite pas les critiques qu'on lui adresse.

Sa valeur pratique deviendrait sûrement prépondérante si l'on découvrait le critérium qui a fait défaut jusqu'ici.

C'est dans cette voie que nous avons beaucoup travaillé depuis quelques mois. Nous avons même trouvé une solution qui rend complètement sûre la synthèse des couleurs; empressons-nous d'ajouter que cette solution est mauvaise, parce que les images sont mal fixées et ne se conservent pas; nous publierons cependant nos expériences sur ce point pour montrer que le critérium dont nous avons parlé n'est pas une utopie et que la réalisation du desideratum tant cherché n'est peut-être pas aussi éloignée qu'on pourrait le croire.

§ 3. — Synthèse des couleurs.

Si l'on possédait des procédés photographiques donnant, à l'impression par contact, des images monochromes de couleurs convenables, de façon que l'impression n'exige aucun développement et que l'on puisse la suivre en quelque sorte pas à pas, le problème serait résolu.

C'est dans cette direction que nous avons cherché; nous avons pensé tout d'abord à utiliser les procédés au diazosulfite de Feer, procédés dont nous rappellerons sommairement le principe :

Les diazoïques et tétrazoïques forment avec les sulfites alcalins des combinaisons instables que la lumière dissocie rapidement ; la combinaison sulfitique masque l'action des azoïques sur les phénols et les amines. Si l'on mélange des diazosulfites ou des tétrazosulfites avec des amines ou des phénols, et que l'on expose ces mélanges à la lumière, les combinaisons sulfitiques sont décomposées et les azoïques mis en liberté réagissent sur les phénols et les amines pour donner des matières colorantes. Au fur et à mesure que la décomposition a lieu, la couleur devient de plus en plus intense; on peut suivre cette réaction et l'arrêter lorsqu'on juge que l'épreuve est suffisamment venue.

Pour utiliser ce principe, nous avons rencontré plusieurs difficultés. Le substratum auquel nous nous sommes arrêtés est le collodion; or, si les couches sensibles sont parfaitement sèches, l'impression n'est pas visible, ou fort peu visible, et s'accentue par immersion dans l'eau; dans ces conditions, on perd le bénéfice cherché, qui consiste à suivre l'impression et à l'arrêter au moment opportun ; nous avons eu l'idée, pour remédier à ce défaut, d'additionner le collodion d'une petite quantité de glycérine, grâce à laquelle le but proposé a été complètement atteint.

D'autre part, toutes les tentatives pour obtenir des monochromes d'une couleur bleue convenable ont échoué ; nous avons essayé un très grand nombre de diazo- et de trétrazo- associés à de nombreux phénols et de nombreuses amines, et les essais méthodiques, guidés par les lois qui rattachent la couleur à la constitution chimique, n'ont pas abouti à des images d'une couleur franchement bleue.

Nous avons dû recourir à un artifice pour avoir le monochrome bleu qui était obtenu en premier lieu. Cet artifice consiste à traiter une épreuve positive au gélatino-bromure d'argent, provenant du cliché négatif du bleu, d'abord par le ferricyanure de potassium, puis, après lavage, par le perchlorure de fer acidulé. Après élimination du chlorure d'argent formé, par un fixage dans l'hyposulfite, lavage et séchage, le premier monochrome bleu était recouvert de collodion au trétrazo-sulfite capable de donner une image rouge, par impression directe.

Les mélanges qui ont fourni les meilleurs rouges sont les suivants :

Tétrazotolylsulfite de soude et chlorhydrate de β naphtylamine éther.

Tétrazoanisidinesulfite de soude et chlorhydrate de β naphtylamine-éther.

Après fixage, lavage prolongé, puis séchage, on recommençait la même série d'opérations avec un collodion au diazosulfite donnant des images jaunes.

Les mélanges qui nous ont paru le mieux convenir pour le jaune sont les suivants :

Diazo-orthotoluidine-sulfite de soude et métamidophénol (base).

Diazoorthotoluidine-sulfite de soude et résorcine.

Nous avons constaté que, lorsqu'on peut suivre

l'action de la lumière sans être obligé de recourir à aucune indication photométrique, à aucun développateur, lorsqu'on part de clichés négatifs bien triés, on arrive à coup sûr à reproduire les couleurs avec une facilité et une vérité étonnantes.

Il est regrettable que les images ne soient pas suffisamment fixées par les lavages les plus abondants. Nous avons bien tenté, mais sans succès jusqu'ici, de trouver d'autres fixateurs. De plus, l'altération rapide des épreuves par disparition des couleurs qui manquent de stabilité, enlève à cette application des procédés de Feer tout intérêt pratique.

Cette application a cependant le mérite d'indiquer une voie dans laquelle on trouvera peut-être une solution du problème de la reproduction des couleurs par la photographie.

IV. — Conclusion.

En résumé, on peut considérer que, au point de vue pratique, deux méthodes existent actuellement : la méthode Lippmann, qui a déjà fourni des résultats absolument complets, mais qui est d'une application délicate et n'a pas permis, jusqu'ici, la multiplication des épreuves d'après une image type, et la méthode indirecte à l'aide de trois négatifs (Ducos du Hauron), qui, grâce aux perfectionnements dans la sensibilisation chromatique des couches sensibles, offre la possibilité d'obtenir des représentations suffisamment approchées, possède l'avantage de permettre la multiplication des copies, mais présente quelque infidélité dans les résultats qu'elle fournit.

Tout en ayant confiance dans l'avenir, qu'il s'agisse de l'une ou de l'autre de ces méthodes, nous croyons n'être pas taxés de pessimisme en disant que, si l'on a déjà franchi la plus grande partie du chemin, le but n'est point encore atteint d'une façon définitive.

Auguste Lumière et **Louis Lumière**,
Manufacturiers à Lyon.

L'ÉTAT ACTUEL
DE L'INDUSTRIE DES PHOSPHATES ET SUPERPHOSPHATES
EN FRANCE [1]

I. — Historique.

Pour les hommes de notre génération, le principe de la restitution au sol des éléments fertilisants enlevés par les récoltes paraît une vérité évidente. Il ne faut cependant pas remonter loin pour reconnaître que la notion de la restitution est toute récente, et il n'y a pas lieu de s'en étonner, car, jusqu'au moment où l'analyse chimique fut devenue assez parfaite pour permettre à l'agronome de faire la statistique de ses cultures, on était réduit à des conjectures sur les causes d'appauvrissement du sol arable.

C'est à de Saussure qu'on doit la démonstration de la nécessité de l'azote pour la croissance des végétaux et des animaux, qui font des premiers leur nourriture, et, pendant longtemps, on mesura la valeur des matières fertilisantes par leur teneur en azote et par la rapidité avec laquelle elles livraient cet élément au sol sous forme assimilable.

On était, jusque vers 1840, absolument imbu de ces idées exclusives, et, si l'on employait dans l'agriculture les os plus ou moins concassés, on était convaincu que leur utilité se bornait à apporter au sol les quelques centièmes de matières azotées qu'ils contiennent.

Il ne fallut pas moins que les longues études, l'énergie et l'autorité de Liebig, pour faire accepter la notion nouvelle de la nécessité du phosphore : c'est ce grand savant qui montra comment l'appauvrissement des régions réputées jadis, comme les greniers de la république romaine, provenait de l'épuisement de leurs réserves en phosphore, qui établit que l'ancien système de culture, basé sur l'emploi exclusif du fumier, aboutissait fatalement à l'appauvrissement du sol et montra l'absolue nécessité de restituer les matières organiques exportées annuellement avec les récoltes. Il n'y a qu'à lire dans ses écrits les imprécations qu'il pousse contre les populations assez folles pour laisser l'agriculture anglaise drainer leur réserve

[1] L'exploitation des phosphates naturels sera exposée ultérieurement dans la *Revue*. Le présent article vise uniquement les phosphates *artificiels*, résultant d'un traitement chimique. La partie économique et sociale de cette industrie, l'organisation, si intéressante, des services techniques dont elle est l'objet dans les grands établissements, — français et étrangers, — de produits chimiques, seront, pour éviter des redites, décrites à la suite de la monographie de la soude et du chlore, ces matières étant souvent fabriquées dans les mêmes usines que l'acide sulfurique et les phosphates. (*Note de la Direction.*)

d'os, pour comprendre quelle importance il attribuait aux phosphates.

Pendant longtemps on ne connut comme source de phosphore que les débris animaux et les déjections.

Il faut arriver à l'année 1845 pour voir entrer en scène les phosphates accumulés dans les étages géologiques. Cet immense progrès, qui a donné un admirable essor à l'agriculture moderne, est dû au professeur anglais Henslow à la suite de la découverte du gisement de coprolithes de Suffolk. Mais, comme toujours, le praticien se défiait du théoricien, et il fallut la publication des essais agricoles pratiqués en 1848 par M. Paine, de Farnham (Angleterre), pour vaincre la routine et décider les agriculteurs à utiliser les immenses ressources accumulées par la nature.

Toutefois, on reconnut rapidement qu'il ne suffisait pas de broyer plus ou moins grossièrement les phosphates naturels, comme les os des animaux contemporains, pour les rendre rapidement utilisables. En 1856, au Congrès d'Arras, il fut recommandé d'amener les phosphates naturels au plus grand état possible de division, afin de faciliter leur diffusion et de les mettre plus facilement à même de se laisser attaquer par l'acide carbonique du sol et par les sécrétions acides des racines.

Bobierre, Malaguti conseillent de les mélanger aux fumiers et aux litières pour hâter leur dissolution, grâce à l'action des acides humiques.

Mais, à cette époque, les gisements de phosphates réellement exploitables étaient peu nombreux et l'utilisation de ces richesses naturelles paraissait réservée à quelques régions favorisées. Élie de Beaumont appela, en 1856, l'attention publique sur les services que les phosphates naturels rendraient à l'agriculture, et bientôt on vit s'ouvrir dans les Ardennes, à Grand-Pré, la première exploitation continentale des phospates minéraux.

Un infatigable chercheur, industriel malheureux, M. de Molon, se fit le propagateur de la nouvelle industrie et découvrit de nombreux gisements de phosphates minéraux sur l'affleurement des grès verts tout le long du bassin anglo-parisien.

Mais bientôt l'attention des agriculteurs fut détournée de l'emploi direct des phosphates naturels par une découverte de Liebig. Ce savant avait montré, en 1840, que la puissance fertilisante des phosphates était remarquablement augmentée si la désagrégation de la molécule était obtenue. Il ne s'agissait plus d'une trituration mécanique plus ou moins parfaite : c'était l'état chimique même du corps qu'il fallait modifier, grâce à l'intervention de l'acide sulfurique. L'industrie des superphosphates était créée.

Le premier qui suivit les conseils de Liebig fut l'agriculteur Fleming, à Barochan, qui traita pour son propre compte les coprolithes.

Cette leçon pratique ne fut pas perdue, et, dès 1843, un marchand de poudre d'os, Lawes, commença à fabriquer le superphosphate sur une grande échelle dans son usine de Depford, principalement aux dépens des coprolithes. Ce fut pour lui l'origine d'une immense fortune, dont il fit, du reste, plus tard un noble usage en créant, avec le docteur Gilbert, sur ses terres, un vaste ensemble de recherches agricoles, enrichissant ainsi la science agronomique de données précises obtenues avec une patience et une intelligence admirables.

Bientôt la nouvelle industrie se répandit rapidement en Angleterre et en Allemagne. La France n'entra que plus tard dans ce grand mouvement.

II. — Importance de la Consommation.

Pour donner une idée du rôle que jouent actuellement les composés phosphatés en agriculture, mettons sous les yeux du lecteur la production des phosphates en 1891, d'après un bulletin statistique des États-Unis :

Caroline du Sud	600.000 tonnes
France	450.000
Floride	200.000
Belgique	200.000
Allemagne	40.000
Angleterre	20.000
Canada	15.000
Norvège-Russie, etc.	100.000
	1.625.000

Ces matières premières ont été employées par les divers pays dans les proportions suivantes :

États-Unis	500.000 tonnes
Angleterre	300.000
France	350.000
Allemagne	250.000
Belgique et Hollande	75.000
Italie, Espagne, Suède	150.000
	1.625.000

On voit, d'après cela, que la fertilité du sol des États-Unis n'est pas uniquement due, comme on le répète souvent, à l'état relativement vierge de leur sol, et que les anciens États de l'Est, tout au moins, sont déjà obligés de restituer à la terre une partie de leurs exportations.

Si l'on rapporte les quantités totales d'engrais phosphatés à la superficie cultivée, on verra, par le tableau de la page suivante, l'importance, au point de vue des rendements, de l'emploi des engrais dans chacune des nations signalées ci-dessus.

Comme on le voit, c'est l'Angleterre qui emploie le plus d'engrais, puis vient la Belgique; notre pays, malgré ses richesses naturelles merveilleuses, n'arrive que bien après; or, la production moyenne en hectolitres de blé à l'hectare s'établit comme il suit :

Angleterre	28,0	hectolitres
Belgique	21,0	
Hollande	21,0	
Norvège	20,0	
Allemagne	17,0	
Danemarck	17,0	
France	15,0	
Autriche	14,0	
Espagne	14,0	
Canada	12,0	
Australie	11,0	
Etats-Unis	10,5	
Italie	10,5	
Algérie	10,5	
Indes anglaises	10,0	
Russie	8,0	

Ce tableau montre quels progrès nos compatriotes ont encore à réaliser pour atteindre la production de pays dont le sol n'est pas plus riche que le nôtre, mais qui savent pratiquer le proverbe : « Aide-toi, le ciel t'aidera », au lieu de réclamer constamment une sorte de manne gouvernementale.

III. — Origine et premiers traitements des diverses sortes de phosphates.

Aux débuts de la fabrication des superphosphates, on s'adressa aux os dégélatinés ou non, aux noirs épuisés de sucreries, aux guanos phosphatés, et aux phosphates naturels presque purs, dont on connaissait déjà un certain nombre de gisements. Mais bientôt ces ressources devinrent insuffisantes pour parer aux besoins, toujours croissants, de la consommation, et il fallut chercher de tous côtés des gisements de phosphates naturels moins riches, mais encore traitables.

Certains étages du lias et du grès vert fournirent longtemps presque exclusivement des phosphates de richesse moyenne, titrant de 42 à 60 °/₀ de phosphate tricalcique de chaux, mais généralement le phosphate de chaux est accompagné de doses déjà notables de fer et d'alumine, qui créaient pour le producteur des difficultés dont il sera question plus loin.

Des phosphates d'une origine toute différente, provenant évidemment de la dissolution d'autres couches et d'apports thermaux, suivant les cas, furent trouvés et exploités dans le Quercy, dans le Gard en France, dans la vallée de la Lahn en Allemagne, dans le sud de la Russie, où ils paraissent former des gisements presque inépuisables, mais que les conditions locales rendent d'un commerce difficile.

Pendant longtemps, on crut que l'acide phosphorique était le propre de certains étages géologiques, et les recherches se cantonnèrent sur ces étages. Il est certain que la découverte des matériaux phosphatés y était plus facile, puisqu'ils se présentaient sous la forme de blocs et plus souvent sous la forme de rognons aisément reconnaissables. L'exploitation resta donc, chez nous surtout, limitée à ces étages : le lias et le gault; et, comme la loi française sur les mines n'avait pas prévu cette exploitation, elle resta soumise à la législation sur les carrières : d'où l'impossibilité de créer des sociétés puissantes obtenant la concession de vastes gisements. Il fallut traiter, morceau de terre par morceau de terre, avec les propriétaires du sol, subir leurs exigences souvent exagérées, et, par suite, opérer hâtivement, sans plan bien suivi, et se contenter d'extraire du sol superficiel, aux moindres frais, les phosphates facilement séparables, et sacrifier une partie des richesses qu'une législation plus rationnelle eût permis de retirer avec un certain profit.

Aussi de l'extraction des phosphates de ce genre, avons-nous peu de choses à dire : suivant leurs dimensions, on se contente d'un fanage désagrégeant les sables argileux, suivi d'un criblage à sec ou d'un lavage au trommel, plus ou moins perfectionné. Une quantité notable de phosphate en petits grains ou en nodules facilement désagrégeables était et est encore ainsi perdue.

A ce travail préliminaire succède parfois une dessiccation tout aussi primitive, soit en tas mélangés de bûches, comme en Floride, soit sur des plaques chauffées inférieurement, comme dans l'Auxois. Cette dessiccation a pour but, ou d'enrichir les phosphates par élimination de l'eau, ou de rendre moins attaquable l'oxyde de fer qui les accompagne : dans ce dernier cas, on atteint bien le but commercial que l'on se propose; mais, comme une partie notable de l'oxyde de fer est combiné à l'acide phosphorique, on est amené forcément à une perte d'acide phosphorique ayant une valeur commerciale, car ou celui-ci reste insoluble à l'état de phosphate de fer calciné, ou il se transforme en pyro ou métaphosphate de fer, qui n'est pas dosé par les méthodes ordinaires.

La découverte des phosphates en grains dans la craie grise et la craie brune a amené des changements si considérables dans le mode d'exploitation des phosphates naturels qu'il est nécessaire d'en dire un mot ici.

Ces étages présentent des amas de matériaux phosphatés contenus dans des poches coniques, quelquefois terminées par des puits naturels cylindriques, creusés dans la craie sénonienne et formant des zones de teintes généralement différentes, grossièrement parallèles aux génératrices du cône renversé qui leur sert de gîte. Les couches supérieures sont généralement plus pâles et moins riches : elles titrent de 40 à 45 °/₀; au-dessous, les nodules contiennent de 60 à 65 °/₀ de phosphate de chaux.

La craie, qui forme les parois, est elle-même riche en phosphates, et titre de 30 à 40 °/₀ de

phosphate de chaux. Mais, si l'on s'écarte des parois assez nettes de la poche, on voit le titre baisser rapidement et on finit par ne trouver que de la craie dont la richesse en phosphate varie, suivant la distance, de 40 à 12 ou 15 % et quelquefois moins.

Dans ces poches on rencontre des concrétions de la grosseur du poing, tantôt éparses dans la masse, tantôt formant des lits bien distincts, qui suivent l'inclinaison même de la poche phosphatée. Ces concrétions semblent corrodées.

L'examen des gisements isolés de phosphates, existant dans cet horizon géologique, a montré à notre compatriote, M. Lasne, qu'ils se présentent d'une façon uniforme à la rencontre de deux lignes de fractures traversant la couche de craie phosphatée, et l'ont amené à conclure que ces gisements riches, répartis au milieu d'une couche phosphatée pauvre, proviennent d'une sorte de sélection due à la dissolution du carbonate de chaux qui englobait primitivement les nodules phosphatés : la disposition des concrétions attaquées, celle des couches argileuses et des nodules siliceux corrobore cette opinion.

La nature de l'agent dissolvant est, d'ailleurs, manifeste : car la craie sénonienne contient de nombreux nodules de pyrite blanche qui, au contact de l'eau aérée superficielle, a dû fournir, par son oxydation, de l'acide sulfurique ; celui-ci, attaquant la craie, a donné lieu à la production d'eaux chargées d'acide carbonique, qui, se rencontrant aux lignes de jonction de ces diaclases, ont rongé et dissous la roche calcaire et laissé, comme témoins de l'attaque, d'une part les cavités coniques que l'on trouve à la jonction de ces diaclases, d'autre part les silex, l'argile et les nodules de phosphates analogues à l'apatite, qui restent comme résidu de l'attaque.

Tant que l'on se contente d'exploiter le contenu de ces poches, l'opération est relativement très simple et ne comporte, après extraction, qu'un lavage soigné et un séchage.

Mais, si l'on se limitait à cette extraction sommaire, on laisserait comme improductive une énorme accumulation de richesses minérales : il faut également songer à utiliser la craie phosphatée elle-même, au moins dans ses parties traitables, et à en retirer, par un traitement approprié, le phosphate de chaux à un état utilisable dans l'agriculture, soit directement, soit après transformation chimique. La nécessité de ce traitement s'impose, car les phosphates riches provenant d'opérations naturelles lentes et localisées s'épuisent : aussi voit-on se développer, sur les gisements de la craie grise, l'emploi de laveries qui promet à cette industrie une longue existence.

Les procédés d'enrichissement proposés ou brevetés sont, pour ainsi dire, innombrables ; les procédés adoptés dans la pratique sont peu nombreux. De 1874 à 1894, il n'a pas été pris, en Belgique seulement, moins de 250 brevets, dont la plupart d'ailleurs sont frappés de déchéance.

Tantôt on a cherché à obtenir l'enrichissement par voie mécanique, tantôt on s'est adressé aux agents chimiques. Jusqu'ici, aucun procédé chimique n'a conduit à des résultats rémunérateurs, et la raison en est simple : il faudrait, en effet, disposer de produits chimiques d'un prix très bas, car la matière à obtenir n'a pas grande valeur, et la moindre perte de l'agent employé grève d'une façon fâcheuse le prix de production : la régénération de l'agent chimique doit donc être complète et à peu près gratuite, ou être payée par la valeur industrielle du résidu. Jusqu'ici aucun procédé chimique ne remplit ces conditions.

On s'est donc adressé à la voie mécanique : on réduit la matière en poudre aussi homogène que possible, et l'on cherche à copier les phénomènes d'enrichissement mécanique employés en métallurgie pour la préparation des minerais. C'est donc en prenant l'eau comme agent de classement que l'on opère ; mais, comme la différence entre la densité du phosphate et celle de la roche calcaire est relativement faible, il a fallu modifier les types métallurgiques ou créer des appareils nouveaux. Nous ne pouvons pas, dans cet article, nous livrer à la description de tous les appareils employés : nous citerons seulement, pour le traitement des fines : les enrichisseurs Solvay, Bouchez, les tables dormantes ou mobiles, l'appareil Castelnau, qui forment sensiblement les types des diverses classes d'appareils où l'on utilise les différences de densité pour le classement et l'enrichissement des matériaux contenus dans les craies phosphatées.

IV. — Fabrication des Superphosphates

Quelle que soit leur origine, les phosphates destinés à la production des superphosphates doivent être secs et, de plus, amenés à un grand état de division.

En effet, le seul agent industriel employé à la fabrication des superphosphates est l'acide sulfurique ; or celui-ci donne, avec la chaux des phosphates, un composé presque insoluble et cristallisable, le sulfate de chaux, qui enrobe les fragments imparfaitement attaqués et peut les mettre à l'abri du réactif s'ils sont trop volumineux.

On est donc astreint à recourir à la mouture des matières premières. Suivant leur nature et celle de la gangue qui les accompagne, on emploiera les meules horizontales ou verticales agissant par cisaillement, comme en meunerie les meuletons

agissant par pression et torsion, les broyeurs à marteaux ou à force centrifuge, etc.

Cette opération sera suivie d'un blutage envoyant au magasin les phosphates de finesse convenable, et faisant retourner à l'atelier de broyage les fragments insuffisamment divisés.

Le type d'appareils broyeurs et le degré de finesse doivent, somme toute, être déterminés d'après la nature du phosphate à employer, et des différences de rendement considérables peuvent résulter d'un mauvais choix de ces appareils préparateurs.

Certains phosphates se cliveront facilement par cisaillement, tandis que, soumis à la pression et torsion, ou à la division par chocs, ils donneront des poudres formées d'éléments plus ou moins sphériques. Tout en passant par les trous d'un même tamis, ayant la même finesse apparente, ils ne se comporteront pas forcément de la même façon au travail. En effet, dans le premier cas on aura des plaquettes très minces, dans l'autre cas des sphères grossières présentant la même section méridienne : le rapport de la surface au volume sera donc beaucoup plus grand dans le premier cas que dans le second, et la vitesse d'attaque sera plus grande ; il en résultera une augmentation de température de la masse, dont nous verrons plus loin les effets, bons ou mauvais, suivant les cas.

D'autres phosphates seront poreux, incomplètement transformés en apatite cristallisée : ils seront facilement pénétrés par l'acide sulfurique et rapidement attaqués avant d'être recouverts et imprégnés de sulfate de chaux ; la température s'élèvera rapidement et fortement et pourra atteindre le degré produisant le phénomène de rétrogradation.

Il convient donc de bien fixer, par des expériences préliminaires, le degré de finesse à adopter pour un phosphate déterminé et d'abandonner l'habitude, que nous avons vue dominer dans certaines grandes Sociétés, d'imposer *à priori* une finesse de mouture uniforme pour tous les phosphates mis en œuvre.

La fabrication des superphosphates présente deux phases, souvent très distinctes :

Dans la première, l'acide sulfurique attaque une partie du phosphate et porte son action ultérieure sur le phosphate déjà attaqué, de façon à s'emparer de toute sa chaux et à le transformer en acide phosphorique. C'est ce que l'on constate fort aisément en reprenant la matière aussitôt après l'attaque par l'alcool. On trouve que presque tout l'acide sulfurique a disparu, et est remplacé par de l'acide phosphorique, tandis que le résidu insoluble est constitué par un mélange de sulfate et de phosphate de chaux.

Dans la seconde phase, l'acide phosphorique attaque plus ou moins lentement le phosphate de chaux resté inaltéré et l'amène à l'état d'un sel moins basique.

Le but de la fabrication du superphosphate étant la production de phosphate monocalcique soluble dans l'eau, il faut donc théoriquement faire agir deux molécules d'acide sulfurique sur une de phosphate tricalcique. Mais la question se complique par l'existence de matières étrangères, et la dose d'acide sulfurique à employer est toujours pratiquement plus grande. On peut s'en faire une idée très approchée en dosant non pas l'acide phosphorique, mais ce corps et la quantité de bases combinées à des acides monobasiques. La pratique industrielle corrige ensuite rapidement les essais de laboratoire.

L'acide sulfurique doit apporter avec lui la quantité d'eau nécessaire à la cristallisation du sulfate de chaux, à la constitution même du phosphate monocalcique et à sa cristallisation ; enfin il faut encore tenir compte de la quantité de vapeur qui va se dégager sous l'action de la chaleur développée pendant l'attaque. La concentration de l'acide sulfurique n'est donc pas indifférente : si l'acide employé est trop concentré, le phosphate monocalcique ne peut se produire, il reste un produit pâteux contenant de l'acide phosphorique libre et du phosphate non attaqué ; si l'acide est trop étendu, l'attaque pourra être complète, mais le produit ne sera marchand qu'après un très long séjour en magasin ou un séchage artificiel.

Une élévation de température trop forte produira le même effet, grâce à l'évaporation de l'eau, que l'emploi d'acide trop concentré. Elle pourra même provoquer un accident plus grave, à savoir la transformation d'une partie de l'acide phosphorique libre ou combiné en acide pyrophosphorique, dépourvu de valeur vénale.

De nombreuses et longues discussions ont eu lieu au sujet de la possibilité de la production de l'acide pyrophosphorique ou des pyrophosphates aux températures de 125° à 150°, atteintes pendant la fabrication. Il ne paraît pas facile de mettre en évidence la formation de pyrophosphate de chaux, quoique certains résultats semblent la confirmer : mais on peut conclure, par analogie, à cette formation en voyant avec quelle facilité le phosphate acide d'argent se transforme en pyrophosphate même à 100°.

De ce qui précède, nous concluons que, théoriquement, l'acide sulfurique doit titrer 53° Baumé environ, c'est-à-dire que l'on doit employer l'acide même des chambres de plomb ordinaires, mais que, dans nombre de cas, pour refroidir le mélange, on sera amené à n'employer que de l'acide à 51° et même à 50° Baumé.

Il peut sembler extraordinaire que l'acide sulfu-

rique borne son action à la transformation d'une partie du phosphate tribasique en acide phosphorique, si l'on se reporte aux tables donnant les chaleurs de combinaison de la chaux avec l'acide phosphorique. En effet, la chaleur de combinaison de l'acide phosphorique avec le troisième équivalent de base est si faible, que l'acide carbonique lui-même est capable de s'emparer de cet équivalent, tandis que la chaleur de combinaison avec le premier équivalent correspond sensiblement à celle de la chaux avec les acides forts. Mais on comprendra cette anomalie apparente en se rappelant que les phosphates naturels ne sont pas du phosphate de chaux, mais un mélange de phosphate tribasique de chaux et d'apatite, le plus souvent même de l'apatite. La première phase de la réaction porte donc sur de l'apatite, corps relativement stable, et, quand une partie de cette apatite est décomposée, l'acide sulfurique a moins d'énergie à dépenser pour réagir sur les produits de la destruction de cette espèce minérale (phosphates bicalcique ou monocalcique) que sur une nouvelle portion d'apatite.

Dans la seconde phase de la réaction, avons-nous dit, l'acide phosphorique mis en liberté réagit sur le phosphate non attaqué pour le transformer en phosphate monocalcique cristallisé. Cette transformation n'est pas aussi simple que semble l'indiquer la formule traduisant la réaction finale. En effet, le phosphate monocalcique en solution concentrée n'est pas stable : il se décompose partiellement suivant la température : en phosphate bicalcique hydraté et acide phosphorique libre, jusqu'à 80° : en phosphate bicalcique anhydre et acide phosphorique au-dessus de 80°, — jusqu'à ce qu'un certain équilibre soit atteint, équilibre exigeant l'existence d'une quantité d'autant plus grande d'acide phosphorique libre que la température est plus élevée.

Si donc nous envisageons le cas très simple où nous attaquons un phosphate de chaux pur par l'acide sulfurique, et si nous rappelons que la première phase de la réaction est la mise en liberté de tout l'acide phosphorique et dégage une quantité de chaleur telle que la masse est portée à une température supérieure à 100°, nous devons obtenir, au début de la transformation, une masse pâteuse formée de sulfate de chaux, de phosphate de chaux non attaqué, de phosphate bicalcique, d'un peu de phosphate monocalcique, et d'une quantité d'autant plus grande d'acide phosphorique que la température initiale a été supérieure à 80°.

A mesure que la température s'abaisse, l'équilibre se modifie, le phosphate bicalcique disparaît en fixant une quantité équivalente d'acide phosphorique sous forme de phosphate monocalcique cristallisé, et, si toutes les conditions favorables sont réunies, on obtient une masse sèche uniquement composée de sulfate de chaux et de phosphate monocalcique.

Si même on a employé une dose un peu trop forte d'acide sulfurique pour assurer l'attaque totale, ce qui se traduit par l'existence d'une petite quantité d'acide phosphorique trihydraté non combiné, la masse formée de sulfate de chaux et de phosphate monocalcique cristallisés joue le rôle d'éponge, absorbe l'excès d'acide phosphorique et reste suffisamment sèche.

Mais, si l'acide sulfurique employé est trop dilué ou la température trop basse, l'attaque du phosphate de chaux ou plutôt de l'apatite est lente, l'acide phosphorique hygroscopique attire l'humidité de l'air, s'affaiblit encore, et l'on obtient, comme résultat final, un magma poisseux contenant, à côté d'acide phosphorique libre, du phosphate minéral non attaqué, qui ne se transformera qu'au bout d'un temps très long.

Ainsi, une température trop élevée, une température trop basse, comme une dilution trop grande de l'acide sulfurique ou une trop grande compacité du phosphate détermineront une mauvaise attaque.

Mais le cas que nous venons d'étudier est purement théorique : tous les phosphates naturels contiennent, à côté du phosphate de chaux et du fluorure de calcium, d'autres matières attaquables par les acides forts : silicates basiques, oxydes de fer, alumine, purs ou combinés à une partie de l'acide phosphorique, carbonate de chaux, sels de magnésie, etc.

On peut évidemment tenir compte des sels de chaux et de magnésie attaquables dans le calcul de la quantité d'acide sulfurique à employer, et la présence de ces corps ne se traduit que par une augmentation de frais et un abaissement de titre, conditions qui peuvent toutefois rendre pratiquement impossible la fabrication du superphosphate avec les phosphates calcaires pauvres.

Mais la présence du sesquioxyde de fer et de l'alumine a présenté une difficulté autrement sérieuse et même insurmontable, tant qu'on s'est tenu à la définition primitive et rigoureuse du superphosphate : c'est-à-dire tant qu'on n'a considéré comme ayant une valeur vénale que l'acide phosphorique à l'état soluble dans l'eau.

En effet, le sesquioxyde de fer, libre ou plus généralement combiné à l'acide phosphorique, est attaqué, dès le début de la réaction, par l'acide sulfurique, et, — suivant son état de combinaison ou d'hydratation, la compacité du minéral, la quantité ou la force de l'acide, ainsi que la température dégagée par la réaction, — peut être attaqué plus ou moins rapidement et complètement, en donnant,

soit un phosphate acide de fer, soit même de l'acide phosphorique libre :

$$3FePhO^4 + 3H^2.SO^4 = FePhO^4, 2H^3PhO^4 + Fe^2 3\,SO^4)$$
$$2FePhO^4 + 3H^2\,SO^4 = 2H^3PhO^4 + Fe^2 3(SO^4).$$

Une partie de ce sulfate de sesquioxyde de fer entre ensuite en réaction avec le phosphate acide de chaux pour donner un corps gélatineux, insoluble dans l'eau, et d'abord hydraté, tandis que le restant est sans action :

$$3\,CaH^4 2(PhO^4) + Fe^2 3(SO^4) + 4H^2O$$
$$= 2(Fe\,PhO^4, 2H^2O, 2H^3PhO^4) + 3\,CaSO^4$$

Ce phosphate acide se décompose lentement sous l'action de la chaleur, comme sous l'action de l'excès d'eau employé dans l'analyse, et donne, à côté d'acide phosphorique libre, un phosphate de sesquioxyde de fer, qui se déshydrate peu à peu pour céder son eau au sulfate de chaux, et devient insoluble :

$$FePhO^4, 2H^2O + CaSO^4 = FePhO^4 + CaSO^4, 2H^2O.$$

Cette réaction du sulfate de sesquioxyde de fer sur le phosphate acide de chaux est limitée par la présence d'acide phosphorique libre, comme on peut le voir par l'analyse de l'extrait aqueux d'un superphosphate : on trouve ainsi que 2 °/₀ de sesquioxyde de fer sont sans danger, et qu'on peut même atteindre 4 °/₀ en employant un léger excès d'acide. Mais on ne peut aller bien loin dans cette voie sans s'exposer à obtenir un produit pâteux et peu vendable.

Quand donc on fut amené à ne plus traiter des os ou des phosphates minéraux purs, on se heurta à une grave difficulté commerciale : la perte de la valeur vénale d'une partie de l'acide phosphorique.

Toutefois, ayant remarqué, comme l'a montré M. Schlœsing, que, dans le sol, presque tout l'acide phosphorique est insolubilisé par le sesquioxyde de fer et l'alumine, M. Petermann entreprit des expériences de culture et en conclut que le phosphate de fer est un excellent aliment pour les plantes. Les fabricants d'engrais s'empressèrent de répandre cette notion, et l'on chercha un réactif permettant de doser l'acide phosphorique réellement désagrégé, mais redevenu insoluble par le fer. Grâce aux travaux de Neubauer et Frésénius, puis de Joulie, on convint de prendre comme réactif d'abord une solution neutre de citrate d'ammoniaque, puis une solution ammoniacale du même sel, et de considérer comme ayant une valeur marchande tout le phosphate soluble dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal. On fait cependant souvent une différence de prix entre le phosphate soluble dans l'eau, et le phosphate soluble dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal.

V. — Rétrogradation

Mais les difficultés ne s'arrêtèrent pas là dès que les besoins croissants de la consommation obligèrent les fabricants à s'adresser à tous les gisements de phosphates de richesse moyenne. Il fallut traiter des phosphates de plus en plus ferrugineux et alumineux. On reconnut bientôt que les minerais très riches en fer, attaqués par l'acide phosphorique ou transformés en sulfates, puis réagissant sur l'acide phosphorique et le phosphate acide de chaux, donnaient lieu, sous l'action de la température élevée de la réaction, ou sous l'action du temps de séjour dans les magasins, à la production de phosphates basiques insolubles non seulement dans l'eau, mais dans le réactif citrique. On donna à ce phénomène fâcheux le nom de *rétrogradation*.

On combattit bien en partie ce danger en attaquant les phosphates ferrugineux en couches minces par de l'acide plus étendu et les laissant sécher sur place, mais on n'avait ainsi qu'un palliatif médiocre. Les produits obtenus restaient boueux et perdaient quand même à la longue leur richesse. On fut réduit à travailler ces phosphates avec d'autres plus purs, pour les ramener aux conditions où la rétrogradation devient faible.

La présence de l'alumine, que l'on observe en quantités relativement considérables dans certains phosphates naturels, n'entraîne pas le danger de la rétrogradation ; tous les phosphates d'alumine sont, en effet, solubles dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal, mais ils communiquent à la masse un état gélatineux qui la rend peu propre à l'emploi agricole.

Certains silicates lentement attaquables peuvent également causer la rétrogradation.

La question de l'acidité des superphosphates au point de vue de l'emploi agricole a soulevé nombre de discussions : on entend encore souvent dire que les superphosphates contenant un excès d'acide conviennent surtout aux sols calcaires, les superphosphates sans excès d'acide ou rétrogradés et *a fortiori* les phosphates précipités, dont il sera question plus loin, aux sols acides dont ils compenseraient l'acidité.

Cette opinion, logique en apparence, n'est pas toujours exacte. Il se pourrait fort bien que, dans certains sols tourbeux, les acides humiques fixassent plus facilement l'acide phosphorique libre sous une forme assimilable, ou que l'acide phosphorique des phosphates acides pût circuler et se diffuser plus parfaitement dans ces sols avant de se fixer. L'auteur de cet article a vu les propriétaires des prairies de la Crau d'Arles refuser, après essais, les superphosphates bien secs et à peine acides, et rechercher les superphosphates se mettant en pelotes sous la

pression de la main, grâce à la présence d'un excès d'acide libre. Cette préférence paraît vérifiée par les résultats obtenus dans certains districts tourbeux de l'Allemagne du Nord.

Dans les régions calcaires du centre de la France on rejette, au contraire, les superphosphates un peu pâteux et l'on n'accepte que les produits bien pulvérulents, c'est-à-dire ceux qui ne contiennent pas d'acide libre. On arrive même dans nombre de régions calcaires à considérer comme équivalents le phosphate monocalciqne et le phosphate bicalcique précipité.

VI. — Obtention de la Pulvérulence et de la Siccité

L'emploi de plus en plus fréquent des instruments mécaniques agricoles, et, en particulier, du semoir mécanique en agriculture a déterminé les cultivateurs à exiger des superphosphates pulvérulents et secs. Or, comme beaucoup de phosphates naturels ne peuvent donner directement des superphosphates secs sans subir une rétrogradation notable, il a fallu recourir à une dessiccation artificielle succédant à l'opération de l'attaque. L'emploi des séchoirs, très rare autrefois, se généralise donc aujourd'hui.

Le plus souvent, le superphosphate est étendu en couches minces dans des wagonnets à étages que l'on introduit dans une sorte de tunnel fermé par des portes roulantes : de l'air chaud arrive à travers le sol à l'une des extrémités, traverse les étages des premiers wagonnets, puis circule horizontalement, pour redescendre à l'autre extrémité à une cheminée qui l'amène dans des colonnes de lavage.

Jusque vers 1883, on a fait circuler méthodiquement le superphosphate, c'est-à-dire qu'on faisait entrer les wagonnets dans le tunnel par l'extrémité où sortaient les gaz, et on sortait les wagonnets chargés de superphosphate sec du côté de l'arrivée de l'air chaud. Cette pratique était très vicieuse : car, d'une part, le superphosphate froid condensait de la vapeur d'eau, qu'il fallait de nouveau éliminer ; d'autre part, le superphosphate presque sec était exposé à la température la plus élevée et subissait une rétrogradation. On courait même le risque d'en transformer une partie en pyrophosphate. Pour se mettre à l'abri de cet inconvénient, il fallait n'employer que de l'air peu chaud, et, par suite, la différence de température à ménager entre l'air entrant et l'air sortant était faible, pour ne pas permettre une condensation exagérée de vapeur d'eau. Le rendement des séchoirs était donc médiocre, et la consommation de charbon exagérée.

Actuellement, on fait circuler la matière et les gaz dans le même sens, l'air peut entrer très chaud sans danger, puisqu'il se refroidit instantanément au contact du superphosphate froid et humide, et, rencontrant toujours du superphosphate chaud, il le dessèche lentement et sans condensation de vapeur, si le débit d'air est convenablement calculé : on arrive ainsi à une augmentation de rendement des séchoirs et à une meilleure utilisation de la chaleur ; de plus, on observe souvent un léger gain en acide phosphorique ayant une valeur vénale, au lieu de constater, comme jadis, une rétrogradation ou même une disparition d'acide orthophosphorique.

Pour que le produit reste soluble dans le citrate d'ammoniaque, il faut qu'il ne soit pas déshydraté ; d'autre part, pour qu'il n'encrasse pas le semoir, il ne doit pas contenir plus de 12 °/₀ d'humidité. On règle d'habitude le séchage de façon que la masse ait uniformément 10 °/₀ d'eau hygroscopique à la sortie du séchoir.

Du séchoir le phosphate passe aux appareils de broyage, puis au magasin. On ne l'ensache qu'à mesure des livraisons pour éviter que les sacs soient percés avant d'arriver à destination.

VII. — Fabrication de l'Acide phosphorique et du Superphosphate double

Nous avons vu combien la présence du sesquioxyde de fer ou de l'alumine dans les phosphates bruts est préjudiciable au fabricant de superphosphate, en donnant au produit un état compact et colloïdal, et en déterminant une forte rétrogradation. Un certain nombre de phosphates naturels sont, par ce fait, impropres à une fabrication rémunératrice de superphosphate.

Mais si, au lieu d'attaquer le phosphate brut par de l'acide sulfurique des chambres, on le soumet à l'action d'acide à 5 ou 10 °/₀, on observe que presque tout le phosphate de chaux cède son acide, tandis qu'il ne passe en solution que des traces de phosphates de fer et d'alumine.

Il suffit donc d'employer, à l'état étendu, une quantité convenable et facile à déterminer d'acide sulfurique pour extraire de ces phosphates bruts l'acide phosphorique suffisamment pur pour être utilisable.

On opérera de la façon suivante : le phosphate, réduit en poudre aussi fine que possible, est délayé lentement dans un malaxeur, qui contient une quantité d'eau suffisante pour ramener à 15° environ tout l'acide sulfurique qu'il faut employer.

La dose d'acide sulfurique, calculée d'avance, a été mesurée dans un bac en plomb, et, une fois le phosphate délayé, on laisse couler l'acide et on fait fonctionner le malaxeur jusqu'à ce qu'un

échantillon filtré et additionné d'une solution acide de chlorure de baryum ne donne presque plus de précipité. L'acide sulfurique libre s'est donc fixé sur la chaux. Cette opération dure environ 1/2 heure. Pendant la réaction, la température s'est élevée notablement, et a atteint environ 60°.

Le contenu du malaxeur est vidé, puis envoyé par des pompes dans des filtres-presses qui retiennent le sulfate de chaux, le sable, et les combinaisons insolubles de fer et d'alumine, tandis qu'il coule une solution claire d'acide phosphorique, contenant de 10 à 11 °/₀ d'acide. On procède ensuite au lavage, et on envoie les petites eaux à la concentration, tant qu'elles donnent avec les eaux fortes un mélange à 8 °/₀ ; le restant sert à diluer l'acide sulfurique dans une attaque ultérieure.

L'acide phosphorique étendu est ensuite concentré jusqu'à la température de 113° dans des appareils analogues aux chaudières de plomb employées dans les fabriques d'acide sulfurique ; toutefois, pour éviter les coups de feu provoqués par les incrustations, on emploie généralement les bassines à chauffage par la surface libre.

On obtient ainsi un produit très sirupeux, qui peut contenir jusqu'à 50 °/₀ d'acide phosphorique anhydre.

Ce produit est trop étendu pour réagir sur les phosphates très compacts ; mais, si on l'emploie au traitement de produits phosphatés facilement décomposables, on obtient la réaction :

$$Ca^3P^2O^8 + 4H^3PO^4 + 3H^2O = 3\,CaH^4{}^2PhO^4{}^1{}^1H^2O^1.$$

La matière s'attaque toutefois plus lentement que dans la fabrication du superphosphate, et ne sèche qu'à la longue, parce qu'elle ne contient pas de sulfate de chaux pour fixer l'excès d'eau. Il faut donc lui faire subir une dessiccation artificielle avant de l'envoyer à l'atelier de broyage.

On obtient ainsi ce qu'on appelle le superphosphate double titrant de 40 à 45 °/₀ d'anhydride phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.

M. Barbe a proposé de brasser de l'acide phosphorique concentré, titrant de 48 à 50 °/₀ d'anhydride avec 20 à 23 parties de chaux éteinte.

Le magma s'échauffe beaucoup, dégage de la vapeur, et fait prise presque immédiatement. On obtiendrait ainsi un produit que l'inventeur a appelé phosphate triple, et titrant jusqu'à 48 et 50 °/₀ d'anhydride phosphorique. Mais le procédé ne s'est pas répandu dans l'industrie.

En effet, des produits aussi riches n'ont pas d'application directe dans l'agriculture, car la répartition uniforme sur un hectare de la dose utile d'acide phosphorique devient d'autant plus difficile que le titre de l'engrais est plus élevé. Ils ne peuvent donc servir qu'à la production d'engrais enrichis artificiellement ; dès lors il y a peu d'intérêt à les fabriquer s'ils coûtent cher et sont d'une préparation difficile. Or, c'est le cas du superphosphate triple, qui ne peut se solidifier que si l'on remplit toutes les conditions suivantes :

1° Pureté de l'acide concentré et de la chaux ;

2° Intimité absolue du mélange d'acide et de chaux ;

3° Élévation convenable de température.

VIII. — Fabrication du Phosphate précipité

L'industrie chimique met à notre disposition des dissolutions étendues d'acide phosphorique en attaquant soit des phosphates minéraux par l'acide sulfurique faible, soit des os frais par l'acide chlorhydrique en vue de la fabrication de la gélatine.

Au lieu de concentrer ces solutions pour les faire réagir ensuite sur des phosphates facilement attaquables, on peut les transformer directement par addition de chaux en phosphate bicalcique de chaux insoluble dans l'eau, mais soluble dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal.

Le succès de l'opération dépendra des soins apportés, et de la connaissance des réactions qui se passent entre les bases et l'acide phosphorique en présence de l'eau.

Ajoute-t-on lentement soit du carbonate de chaux finement divisé, soit un lait de chaux dans une solution étendue d'acide phosphorique à la température ordinaire, on tend à produire une solution de phosphate monocalcique ; mais ce corps est instable vis-à-vis de l'eau et se décompose partiellement en acide phosphorique, phosphate bicalcique hydraté et phosphate monocalcique non décomposé.

Le tableau de la page suivante, emprunté aux études de M. Joly, donne une idée du phénomène. Il indique comment se décompose, en présence de 100 parties d'eau, un poids déterminé de phosphate monocalcique à la température de 15°.

Ainsi, dès le début de l'addition de chaux, nous voyons apparaître une proportion d'autant plus grande de phosphate bicalcique hydraté que la liqueur est plus riche en acide phosphorique, et il tend à se produire un état d'équilibre dans lequel le rapport de l'acide phosphorique total à l'acide combiné est égal à 1,5 : c'est-à-dire que, si nous ajoutons une quantité de chaux théoriquement capable de neutraliser tout l'acide phosphorique, ce dernier se partagera de la façon suivante :

1/4 sera transformé à 15° en phosphate bicalcique hydraté,
1/2 » » » phosp. monocalcique hydraté,
1/4 restera à l'état acide.

Si nous élevons progressivement la température jusqu'à 78-80°, le rapport des poids $\frac{p}{P}$, pour une même valeur de P, ira constamment en croissant, de sorte qu'il se déposera une quantité de phosphate bicalcique hydraté d'autant plus grande que la température sera plus élevée, comme il ressort du tableau suivant :

Valeurs de $\frac{p}{P}$

P	0°	15°	80°
1	0,01	0,02	0,07
2	0,02	0,05	0,14
3	0,03	0,07	0,21
4	0,04	0,09	0,28
5	0,055	0,12	0,35
6	0,07	0,14	0,42
7	0,08	0,17	0,49
8	0,09	0,19	
9	0,10	0,21	
10	0,11	0,24	

Mais, si la température dépasse 80°, le phosphate bicalcique devient anhydre, et la fraction du sel décomposé croît très rapidement.

La pratique présente, il est vrai, un phénomène plus compliqué : lorsque nous ajoutons dans une solution d'acide phosphorique un lait de chaux ou de magnésie, il se produit d'abord un précipité gélatineux de phosphate tricalcique, puis une réaction s'établit entre le phosphate tricalcique et l'acide phosphorique libre jusqu'à ce qu'on soit arrivé à l'état d'équilibre défini ci-dessus.

Si l'on ajoute plus de base alcalino-terreuse, la réaction se ralentit, en même temps qu'une partie du phosphate monobasique se transforme en phosphate bibasique; par suite de la saturation de la quantité d'acide phosphorique libre, nécessaire à l'équilibre, on pourrait arriver finalement à la saturation complète et à la transformation absolue de l'acide phosphorique initial en phosphate bibasique hydraté; mais ce résultat, facile à réaliser par le chimiste dans son laboratoire, où le temps et les précautions sont sans valeur, est impossible à obtenir pratiquement. On divise donc l'opération en deux. Dans la première, on précipite environ les 2/3 de l'acide phosphorique, et on hâte souvent l'opération en portant la masse à 75-80° ; puis, le dépôt de phosphate bicalcique obtenu, on traite le liquide par un léger excès de chaux; on précipite ainsi l'acide restant à l'état tribasique, et l'on a un produit gélatineux qui sert à commencer la saturation de l'acide phosphorique de l'opération suivante.

Décomposition du Phosphate monocalcique en présence de l'eau.

P poids du phosphate monocalcique employé	Produits restés en dissolution : chaux	Acide phosphorique : total	Acide phosphorique : combiné	Acide phosphorique : libre	p poids du sel décomposé	$\frac{p}{P}$	R rapport de l'acide phosphorique total à l'acide combiné
4.02	0.81	2.16	2.05	0.11	0.38	0.09	1.05
6.41	1.21	3.34	3.07	0.27	0.96	0.15	1.08
9.34	1.67	4.75	4.23	0.52	1.82	0.19	1.13
15.36	2.59	7.61	6.57	1.04	3.70	0.24	1.16
28.01	4.40	13.49	11.15	2.34	8.28	0.30	1.20
31.13	4.74	14.78	12.02	2.76	9.80	0.32	1.23
38.77	5.52	17.94	13.97	3.97	14.07	0.36	1.32
49.01	6.45	22.00	16.35	5 65	19.98	0.41	1.34
54.46	6.90	24.10	17.50	6.60	23.02	0.42	1.38
64.32	7.95	28.22	20.16	8.06	28.54	0.44	1.40

Si l'on porte la température au-dessus de 80°, nous avons vu qu'au début on obtient de l'acide phosphorique et du phosphate bicalcique anhydre, tant que la proportion de base ajoutée correspond à la transformation de l'acide phosphorique total en phosphate monocalcique; mais, si l'on pousse plus loin l'addition de base, le phénomène se complique. Nous en aurons une idée simple en soumettant à l'action de l'eau bouillante du phosphate bicalcique hydraté.

L'auteur, en étudiant cette question avec M. Joly, a constaté que le sel se dédouble d'abord en donnant de l'acide phosphorique libre et du phosphate tricalcique, puis qu'il s'établit entre ces deux corps une réaction d'autant plus lente que le mélange est plus étendu dans l'eau, et que, si l'on met de 12 à 15 grammes de sel dans un litre d'eau, l'état d'équilibre est obtenu par la création d'un nouveau produit cristallisé, qui, abstraction faite de l'eau de constitution, a pour formule :

$$3(Ca^2H.2Ph^2O^4)+Ca^3 2Ph^2O^4.$$

En même temps le liquide contient en dissolution du phosphate monocalcique. Pour des richesses plus grandes, on obtient un mélange de ce corps avec le phosphate bicalcique anhydre, et le liquide contient un mélange d'acide phosphorique libre et de phosphate monocalcique ; pour des richesses plus faibles, on obtient un mélange de ce corps

avec le phosphate tricalcique dans une solution de plus en plus étendue de phosphate monocalcique.

Or, la réaction finale est d'autant plus lente que le liquide est plus étendu ; de plus, le nouveau sel est presque insoluble dans le réactif citrique alcalin ; la précipitation à chaud, au-dessus de 80°, doit donc être évitée avec soin par le fabricant soucieux de la valeur commerciale de ses produits.

Cette réaction peu connue doit être également prise en considération pendant la dessiccation du phosphate précipité, car on ne peut prétendre à laver industriellement d'une façon parfaite le précipité volumineux de phosphate bicalcique : or, si nous chauffons du bicalcique hydraté, imprégné de chlorure de calcium, au-dessus de 80°, nous mettrons en liberté de l'acide phosphorique et celui-ci réagira sur le chlorure de calcium pour chasser l'acide chlorhydrique ; nous n'aurons plus, après refroidissement, la quantité d'acide phosphorique libre nécessaire pour réagir sur le phosphate plus ou moins basique formé sous l'action de la chaleur, et le produit surchauffé aura perdu sa valeur commerciale. On doit donc opérer la dessiccation au-dessous de 70°.

IX. — Scories de Déphosphoration

Jusqu'en 1879, on considérait comme impropres à la fabrication de l'acier les fontes phosphoreuses : les minerais du Cleveland, du Luxembourg et du bassin de la Moselle étaient donc sans valeur à ce point de vue. Ce fut une révolution industrielle quand MM. Thomas et Gilchrist, de Battersea (Surrey), imaginèrent le procédé de déphosphoration basé sur l'emploi, dans le convertisseur Bessemer, d'une addition de matières basiques, craie ou dolomie.

Dans ce nouveau procédé on recourt à une addition de chaux vive, qui atteint de 15 à 20 parties pour 100 parties de fer brut contenant 3 °/₀ de phosphore. L'air refoulé à travers la masse fondue brûle d'abord le manganèse, le silicium, puis le carbone, comme dans le procédé Bessemer, et enfin le phosphore avec une telle rapidité que la température s'élève de 700°, et que la chaux forme, avec l'acide phosphorique résultant de la combustion du phosphore, une scorie qui surnage sur l'acier. A la fin du soufflage, quand paraissent les fumées rouges du fer, on vide la scorie dans des wagons. On obtient ainsi une tonne de scories pour 4 à 5 tonnes d'acier. Si on laisse la matière refroidir lentement, elle forme une masse friable, sinon c'est un bloc très dur. Au reste, la masse est d'autant plus friable que le rapport du sesquioxyde de fer au protoxyde est plus grand : on doit avoir $Fe^2O^3 : FeO > 1 : 3$ pour pouvoir pulvériser la scorie.

Avec des minerais riches en phosphore ou convenablement mélangés, et en employant une dose de chaux appropriée, on peut obtenir des scories très riches : leur composition varie entre :

Ph^2O^5	12 à 20 %
CaO	30 50
SiO^2	2 20
Fe^2O^3+FeO	4 30
MnO	3 15
MgO	2 6
S	0,2 0,6
V^2O	1,5

Dans les cavités de la scorie, on trouve souvent de petites plaques cristallines minces et translucides, grises, brunes ou bleues, auxquelles quelques auteurs attribuent la composition $Ca^4Ph^2O^9$, analogue à celle de l'isoclase de Hilgenstock à 38,8 °/₀ d'acide phosphorique, obtenue par la fusion d'un mélange convenable d'acide phosphorique et de chaux avec du spath-fluor comme fondant.

Ces scories ont été longtemps accumulées près des aciéries comme remblais sans valeur : on chercha à en retirer par divers procédés chimiques l'acide phosphorique. Mais leur utilisation agricole ne date réellement que des travaux de Reiss et d'Arend (1886), qui établirent que l'acide phosphorique devient soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique, en présence du silicate de chaux. Jensch montra que l'acide phosphorique des scories est assez soluble dans les acides citrique et oxalique, ainsi que dans les solutions acides ou alcalines de citrate d'ammoniaque. Toutefois, cette solubilité diminue quand la dureté augmente, et les expériences de culture de Wagner ont établi que des scories d'origine différente sont loin d'avoir la même action fertilisante. Aussi demande-t-on souvent au moins une garantie de solubilité dans l'acide citrique, en plus de la garantie de finesse et de richesse en acide phosphorique total. On peut produire des scories dont 75 °/₀ de l'acide phosphorique sont solubles dans le citrate.

Aux aciéries de Hœrde, on arrive à obtenir des scories titrant au moins 24 °/₀ d'acide phosphorique en n'introduisant d'abord dans le convertisseur qu'une quantité insuffisante de chaux ; cette scorie riche éliminée, on y ajoute le restant de la chaux, et la scorie pauvre obtenue repasse au haut fourneau.

Depuis quelque temps, on substitue à la chaux des craies phosphatées pauvres, pour augmenter la richesse des scories.

On a cherché, par imitation, à rendre plus assimilables les craies phosphatées en les soumettant à la température du blanc ; on nommait les produits obtenus *thermo-phosphates* ; mais, comme il faut porter la masse à une température de 1.900°, les frais de fabrication sont trop élevés.

Les scories sont d'abord brisées au marteau

pour en dégager les fragments d'acier qu'elles contiennent, puis pulvérisées dans des broyeurs à boulets en acier.

X. — Conclusion

Nous avons vu qu'au début, les phosphates moulus étaient employés par l'agriculture, soit directement, soit après mélange dans le fumier où ils devenaient plus rapidement assimilables.

L'invention des superphosphates, d'une énergie plus grande, coïncidant avec les efforts tentés vers une culture intensive, avait fait abandonner presque radicalement cet emploi. On était persuadé que le phosphate soluble devait pouvoir se diffuser jusqu'à un certain point et se répartir assez uniformément dans le sol avant d'y repasser à l'état insoluble. Les racines avaient donc, dans l'opinion des agriculteurs, plus de chances pour rencontrer à propos l'engrais introduit et l'utiliser rapidement. Mais, lorsque l'épuisement des gisements de phosphates riches et purs eût forcé à recourir à l'emploi de phosphates plus ou moins ferrugineux, les fabricants se heurtèrent à de grandes difficultés par suite des phénomènes d'insolubilisation et de rétrogradation, et se hâtèrent de préconiser, surtout après les expériences de Petermann sur l'assimilabilité du phosphate de fer, le réactif citro-ammoniacal qui permettait de donner une valeur au superphosphate rétrogradé.

Vinrent ensuite les phosphates précipités, complètement insolubles dans l'eau, mais solubles dans le réactif citro-ammoniacal, enfin les scories de déphosphoration.

Il y avait dès lors lieu de regarder en arrière et de se demander si une division mécanique suffisante ne permettrait pas d'obtenir à peu de frais le bénéfice assuré par la désagrégation chimique. Il n'est pas encore possible de se prononcer d'une façon absolue à ce sujet. Toutefois il est reconnu déjà qu'avec certaines provenances et dans nombre de sols, le phosphate minéral bien pulvérisé est assimilable, quoique plus lentement que les phosphates traités chimiquement. Si l'on tient compte de la différence de prix, il semble établi que, dans nombre de cas, il est plus avantageux même d'employer une dose massive de phosphate minéral lentement assimilable, mais augmentant les réserves du sol — et peut-être verrons-nous se vérifier le proverbe naissant: *Le phosphate naturel est l'engrais du propriétaire, le superphosphate est l'engrais du fermier.*

E. Sorel,

Ancien Ingénieur des Manufactures de l'État,
Ancien Directeur aux usines de St-Gobain,
Professeur suppléant
au Conservatoire des Arts et Métiers

REVUE ANNUELLE DE MÉDECINE

Dans ces temps où les hommes qui aiment les sciences sont « heureux de vivre », les progrès que permettent de réaliser la technique, sans cesse renouvelée, des investigations scientifiques et la multiplication facile des expériences, les bouleversements apportés par l'édification de théories appuyées sur des preuves surabondantes rendent l'étude de la médecine de plus en plus intéressante.

La découverte de mondes vivants inexplorés, la vérification de lois nouvelles, si elles augmentent notre savoir, n'en font pas moins surgir des difficultés imprévues et rejettent au nombre des erreurs les vérités de jadis. Aujourd'hui, il est impossible d'être encyclopédique, et l'on se perd dans l'énorme univers que représente le coin le plus intime de la plus restreinte de nos sciences.

La médecine, en particulier, qui, plus que toute autre, a besoin du concours de la plupart d'entre elles, a tant agrandi son domaine qu'on ne peut plus avoir la prétention de le parcourir tout entier. Aussi choisirai-je, pour les signaler, quelques-uns seulement des points qui, cette année, ont retenu davantage l'attention des médecins.

I. — Tuberculose.

Les notions acquises depuis quelques années sur cette affection, et surtout sur son agent causal, le bacille de Koch, ont été réunies dans un livre magistral publié, au début de cette année, par M. le Pr Straus[1]. C'est cet ouvrage, admirablement exposé et documenté, qui établit l'état actuel de la science sur tous les points de cette question capitale.

On sait avec quel intérêt on recherche actuellement le mécanisme de la transmission de la tuberculose. Les produits alimentaires, entre autres la viande et le lait provenant de bêtes tuberculeuses, ont été, à juste titre, incriminés. Des expériences curieuses avaient été entreprises sur une assez large échelle en Allemagne, où l'autorisation fut donnée en certaine ville de délivrer à des familles pauvres des viandes suspectes et dont la vente était d'ordinaire interdite. On n'y remarqua point que l'absorption de ces viandes ait favorisé l'éclosion de la tuberculose chez les gens qui les

[1] *La Tuberculose et son bacille ;* Rueff, Paris, 1895.

avaient employées. Le rapport récent de la Commission Royale anglaise chargée d'étudier cette question d'alimentation, fournit des conclusions importantes au point de vue hygiénique. Les expériences qu'elle fit confirmèrent les notions acquises en France depuis plusieurs années déjà par Villemin, Chauveau, Arloing, etc., que l'ingestion de produits tuberculeux donne la tuberculose aux animaux, que l'ébullition du lait doit être obtenue et maintenue quelques instants pour en assurer l'innocuité, que la chair musculaire, même provenant d'animaux tuberculeux, mais ne contenant pas de foyers agglomérés, est *probablement* inoffensive pour l'homme, à la condition formelle d'être suffisamment cuite. La Commission a, en outre, insisté sur ce fait que la viande, lors du dépeçage, pouvait être contaminée par les instruments des bouchers qui viennent de sectionner des foyers tuberculeux collectés dans les viscères.

Des tentatives thérapeutiques nombreuses sont faites de toutes parts pour limiter ou empêcher l'action du bacille de Koch sur l'organisme humain : je ne puis ici parler que des plus récentes. Depuis plusieurs années, MM. Richet et Héricourt recherchent la guérison de la tuberculose par les injections de sérum provenant d'animaux immunisés ou réfractaires. En 1889 déjà, ils avaient montré qu'on pouvait retarder l'évolution de la tuberculose aviaire par ce moyen chez le lapin. Cette année, d'expériences comparatives faites sur des cobayes inoculés avec la tuberculose, après injection de diverses humeurs provenant d'animaux sains ou tuberculisés, ils ont conclu à la possibilité d'enrayer le développement de la maladie par l'injection du sérum microbien.

Des résultats comparables ont été obtenus par MM. Redon et Chenot. Expérimentant avec le sérum d'ânes et de mulets ayant subi des inoculations tuberculeuses, ils ont vu que cette humeur injectée à des cobayes ou lapins tuberculisés avait une action empêchante manifeste sur l'évolution de la maladie.

De même, le sérum d'une chèvre préalablement traitée par la tuberculine avait, entre les mains de M. Boinet, empêché le développement de la tuberculose sur des cobayes inoculés après injection sous-cutanée préalable de ce sérum. Des expériences encouragèrent l'auteur à essayer sur l'homme l'effet d'injections sous-cutanées de 2 centimètres cubes à 4 centimètres cubes de sérum de chèvre. Il eut des résultats suffisants dans les tuberculoses à marche lente, chronique, nuls dans les formes fébriles, creusantes, et à poussées intermittentes.

M. Broca a publié tout récemment de très intéressants essais dans le traitement des tuberculoses cutanées au moyen du sérum de chiens inoculés avec la tuberculose, non réfractaires à cette affection, mais lui présentant une certaine résistance. Dans les formes cutanées, ce traitement eut des suites favorables très dignes d'attention.

C'est encore sur l'emploi du sérum d'animaux divers immunisés par des substances toxiques issues des cultures de tuberculose, mais non définies, que M. Marigliano a fondé la méthode de traitement qui fit ces jours derniers tant de bruit dans la presse quotidienne et sur laquelle il se propose d'éclairer le public médical au prochain Congrès de Rome.

En résumé, en médecine humaine les expériences sont encore trop peu nombreuses pour amener à une conclusion valable. En outre, la tuberculose guérit parfois, et souvent elle affecte une marche si chronique et des rémissions si longues qu'on ne peut savoir au juste quelle part revient au traitement dans les améliorations observées. Nous sommes donc encore loin de posséder un agent curatif sérieux de la tuberculose. Si encourageants que paraissent certains résultats, on en est encore à la période de tâtonnements. La voie suivie promet d'être féconde, mais ce ne sont que des promesses.

La pratique des injections diverses révèle, chemin faisant, des faits curieux comportant un enseignement utile : telle la constatation, qui fut faite par M. Hutinel et signalée par d'autres auteurs (Galliard, Variot, Sevestre), sur le pouvoir thermogène des solutions salines injectées aux tuberculeux. Toute injection sous-cutanée de sérum ou d'eau salée est susceptible, dans certaines proportions, de déterminer un appareil fébrile chez un individu sain. Chez le tuberculeux, il suffit d'une proportion beaucoup moindre pour provoquer une fièvre plus intense. On trouve là un moyen incertain, il est vrai, mais parfois utile pour dépister une tuberculose latente.

Mentionnons encore les recherches poursuivies par M. Fernet au moyen d'injections de naphtol porté dans le tissu pulmonaire même, les résultats obtenus par M. Rendu avec le naphtol camphré dans la péritonite tuberculeuse, résultats toutefois mitigés par les dangers d'accidents signalés par M. Netter.

II. — Corps thyroïde

Malgré toutes les recherches faites jusqu'ici sur le corps thyroïde, on est très peu fixé sur le rôle physiologique de cette glande. On ne peut préciser son action, et, quand on a besoin d'y faire allusion, c'est toujours en termes vagues et mal définis. M. Nothine (de Kiew) est arrivé à extraire de la glande thyroïde des animaux un produit déterminé chimiquement, qu'il appelle la *thyroprotéide* et qui se trouve dans la substance colloïde contenue

dans les alvéoles glandulaires. Cette thyroprotéide est toxique dans tous les cas ; mais, en privant expérimentalement les animaux de tout ou partie de la glande thyroïde, la toxicité de ce principe est considérablement augmentée. M. Notkine pense que ce fait tient à ce que le corps thyroïde normal secrète un ferment spécial qui modifie cette thyroprotéide et en neutralise les effets. Quand la glande, enlevée ou malade, ne peut plus sécréter ce ferment destructeur, l'animal est intoxiqué avec une plus grande intensité. Cet agent toxique joue un rôle dans certaines affections où l'intégrité du corps thyroïde est en cause; tels le goître exophtalmique et le myxœdème.

Les rapports du corps thyroïde et de la maladie de Basedow (goître exophtalmique) ont été sinon élucidés, du moins mis au point par les travaux du *Congrès de Médecine mentale* tenu à Bordeaux en août dernier. Le très remarquable rapport de M. Brissaud a bien établi les notions acquises jusqu'ici sur cette question. Les faits nouveaux apportés au Congrès laissent intactes ses conclusions, qui aboutissent à une théorie éclectique sur la pathogénie du goître exophtalmique. La maladie de Basedow est, en effet, un syndrome, un groupe de symptômes alliés les uns aux autres et évoluant selon un type assez nettement déterminé. A quoi sont-ils dus? A une perturbation nerveuse centrale, bulbo-protubérantielle, suivant les uns; à une intoxication produite par le fonctionnement anormal de la glande thyroïde, suivant les autres. La première théorie, admise autrefois presque exclusivement, fut ébranlée après les travaux de Gauthier, Möbius, Joffroy et Renaut : la théorie thyroïdienne prit sa place et l'on pensa qu'une sécrétion thyroïdienne excessive produisait la maladie de Basedow, et qu'insuffisante ou abolie, elle déterminait le myxœdème. Ce dernier point seul est établi avec certitude. D'autres auteurs combinent les deux théories. M. Marie croit, par exemple, que la cause première de l'affection réside dans le système nerveux et que ce trouble nerveux amène secondairement la perturbation thyroïdienne : celle-ci se manifesterait, d'après M. Marie, par un excès de fonction de la glande, par l'hyperthyroïdation. Cette théorie est admise par Briner.

Le rôle du corps thyroïde dans la maladie de Basedow est rendu évident par les lésions constantes de cet organe. MM. Joffroy et Achard avaient établi l'anatomie pathologique thyroïdienne de cette affection. M. Brissaud, dans des recherches spéciales qu'il fit à ce sujet, reconnut la constance des lésions et la fréquence d'un même type d'altération, dont les caractères l'avaient fait qualifier par Létienne de cirrhose hypertrophique thyroïdienne. M. Renaut (de Lyon), poursuivant avec sa grande compétence le détail de ces lésions par la technique des injections, put constater que, dans les corps thyroïdes ainsi lésés, les interstices lobulaires sont marqués par de larges tractus conjonctifs, et que tout le système des lymphatiques intralobulaires est annulé. En outre, M. Renaut établit une différence entre deux états de la substance élaborée par l'épithélium thyroïdien : l'un, la *thyromucoïne*, non colorable par l'éosine, produit direct de la glande; l'autre, la *thyrocolloïne*, modification de la précédente. Or, c'est à la thyromucoïne résorbée par les veines au centre du lobule que l'éminent histologiste attribue le rôle nocif dans la thyroïdation, c'est à elle qu'il attribue l'empoisonnement basedowien.

Cet empoisonnement a été, d'autre part, réalisé expérimentalement au cours des belles recherches de MM. Ballet et Enriquez. Ces auteurs sont arrivés, par l'injection de suc thyroïdien, à reproduire sur des chiens une sorte de goître expérimental et quelques-uns des symptômes de la maladie de Basedow. Dans un but thérapeutique, MM. Ballet et Enriquez ont essayé les injections de sérum de chiens éthyroïdés, c'est-à-dire contenant, à la suite de la suppression de la glande thyroïde, un poison que l'hypersécrétion thyroïdienne des Basedowiens passe pour devoir neutraliser. Ces essais, dans neuf cas, ont été suivis de bons résultats.

Les tentatives thérapeutiques dirigées contre la maladie de Basedow s'appuient presque toutes sur l'emploi du corps thyroïde même. M. Jules Voisin a cité des observations intéressantes de malades traités par ingestion de corps thyroïde; MM. Taty et Guérin par l'ingestion de thymus. MM. Bruns (de Tubingue), Kocher s'accordent à dire que l'ingestion thyroïdienne ne donne pas de résultats dans les goîtres kystiques ou colloïdes; mais même dans le goître endémique, pourvu qu'il n'ait pas subi les dégénérations précitées, ils ont eu des régressions assez marquées. M. Gaide, dans une série d'expériences poursuivies en Savoie, a pu déterminer, par l'ingestion thyroïdienne chez des goîtreux simples et même des crétins goîtreux, une amélioration sensible.

Ce n'est pas seulement dans les affections thyroïdiennes que ce traitement a été institué. La thyroïdine a été employée dans des circonstances très diverses, dans certaines maladies mentales, contre l'obésité et surtout pour améliorer des dermatoses rebelles. Wilson a traité un psoriasis généralisé, chez une femme, par l'ingestion quotidienne de 3 grammes de thyroïdine pendant trois mois. Au bout de ce temps, la peau était redevenue normale. Scatchard a employé avec succès les tablettes d'extrait thyroïdien contre le pityriasis rosé. Les essais d'Hallopeau, de Dubreuilh dans le psoriasis

ont été négatifs. Mossé, au contraire, a réussi dans le psoriasis, et temporairement amélioré divers autres malades. Thibierge eut des résultats inconstants dans le psoriasis. Jouin a appliqué cette médication aux fibromes utérins.

Dans ces traitements le corps thyroïde employé est celui du mouton ou du veau. Lans (de Berne) vient de montrer que celui du porc est également efficace. On peut ingérer le tissu même, cru, haché, étendu sur du pain. On fait aussi des tablettes d'extrait thyroïdien, de l'extrait glycériné. Fletcher Ingalli recommandait dernièrement l'emploi de la glande desséchée et administrée soit en injection hypodermique, soit par la voie stomacale. Mikulicz a obtenu avec le thymus des améliorations notables dans la maladie de Basedow : il est à signaler que l'ingestion du thymus frais de mouton ne détermine ni l'amaigrissement ni l'affaiblissement que provoque le plus souvent l'ingestion du corps thyroïde.

C'est que la médication thyroïdienne ne va pas toujours sans inconvénients. M. Béclère en a montré les dangers, la production de la mort subite par syncope après un traitement même relativement court. L'apparition de la glycosurie, à la suite d'ingestion de tablettes de thyroïdine, ayant amené la guérison d'un myxœdème, a été signalée par Ewald. Il est acquis que le suc thyroïdien en injections sous-cutanées de 0 gr. 50 à 1 gramme, ou le tissu de la glande pris par la voie stomacale, détermine un amaigrissement considérable. Ce fait est surtout remarquable chez certains obèses (Charrin, Roger, Gley). Cet amaigrissement s'arrête dès que l'on suspend le traitement.

La médication thyroïdienne semble, dans un grand nombre de cas, cesser ses effets dès qu'elle n'est plus suivie. Aussi l'intérêt thérapeutique reste-t-il, pour une grande part, au traitement chirurgical de la maladie de Basedow. Il consiste en l'extirpation partielle de la glande thyroïde, partielle pour éviter la cachexie strumiprive consécutive. L'exothyropexie, la fixation à l'extérieur du corps thyroïde hypertrophié, préconisée par Poncet et Jaboulay, est encore à l'étude. La ligature des quatre artères thyroïdiennes des deux côtés et en deux séances éloignées est estimée par certains chirurgiens, dont Kocher et Treudelenburg (de Bonn).

Citons encore les cas curieux où le goitre exophtalmique s'est amendé ou a guéri après des opérations pratiquées sur des organes sans connexions apparentes avec le corps thyroïde : après la cautérisation de la muqueuse nasale (Henk, Franckel), l'extirpation des polypes du nez (Hopmann), l'excision d'un cornet (Muschold), après le traitement d'une maladie intestinale (Federn), d'un rein mobile, etc.

Dans le myxœdème la médication thyroïdienne a donné des résultats importants, car ils sont presque constants et rapides. Ils ont été l'occasion de recherches intéressantes sur le sang des myxœdémateux. Ainsi MM. Lebreton et Vaquez ont pu examiner les modifications du sang chez un myxœdémateux en traitement. Ils ont constaté une augmentation du nombre des globules rouges et un retour de l'hématie à ses dimensions normales, alors qu'elles étaient augmentées avant le traitement. Les globules blancs sont également plus nombreux. La leucocytose chez ces malades est caractérisée par la présence de grandes cellules mononucléaires, dont le noyau est pâle et fixe peu la matière colorante. D'autre part, Masoin a montré que le sang des myxœdémateux était moins chargé d'oxyhémoglobine que le sang normal. Après le traitement thyroïdien, la quantité d'oxyhémoglobine augmente, sans toutefois atteindre la teneur du sang normal. Des constatations analogues ont été faites par Albertoni et Tizzoni après l'extirpation du corps thyroïde : l'oxyhémoglobine diminue dans le sang des animaux éthyroïdés. Cet abaissement est évalué de 3 °/₀ à 17 °/₀. Ce fait n'est toutefois pas constant : car Weber sur les chiens a constaté, après l'ablation de la glande, un taux normal d'hémoglobine.

Les désordres qu'amène chez les animaux la suppression du corps thyroïde sont bien connus. Comme expériences récentes, celles de Lanz sur le pouvoir procréateur des animaux éthyroïdés sont à signaler. Les poules privées de corps thyroïde deviennent stériles en peu de temps. Au contraire, l'ingestion quotidienne de corps thyroïde augmente la ponte, mais l'auteur n'indique pas la fécondité des œufs ainsi produits. Les lapines hyperthyroïdées donnent naissance à des petits dont le développement ne tarde pas à péricliter et qui finissent par présenter de la parésie des membres postérieurs.

III. — Diabète.

Cette question suscite de constantes recherches. Chaque année, elle s'enrichit de nouveaux faits. Ceux-ci aboutissent, comme il arrive sur beaucoup d'autres points, à des résultats d'apparence contradictoire, mais qui sont d'une haute utilité et attendent comme matériaux de classement leur emploi dans l'œuvre définitive.

La caractéristique du diabète est la présence permanente de la glycose dans l'urine. La glycosurie dérive directement d'une teneur trop grande du sang en sucre. Cette hyperglycémie provient elle-même d'une formation excessive de glycose dans l'économie. Il est normal que le sang contienne une certaine proportion de sucre. Celui-ci

est employé par la nutrition intime des tissus. Au fur et à mesure qu'il est dépensé, il s'en reforme de nouveau. L'équilibre, à l'état normal, se maintient entre ces deux actes. Tous les tissus consomment de la glycose, surtout quand ils sont en état d'activité. C'est le foie qui débite la ration proportionnelle de sucre qui leur est nécessaire.

Deux théories sont en présence pour expliquer l'hyperglycémie. Suivant l'une, il y a trop de sucre dans le sang, parce qu'il s'en forme trop au niveau du foie; suivant l'autre, parce qu'il ne s'en consomme pas assez au niveau des tissus.

Les expériences de Chauveau et Kauffmann prouvent que l'hyperglycémie est toujours due à un trouble de la fonction glycogénique déterminant la formation du sucre en excès. On sait que la fonction glycogénique ne se compose pas seulement du pouvoir qu'a le foie de transformer et de fixer le sucre, mais aussi d'une action pancréatique qui permet aux substances amylacées d'être saccharifiées, et qui favorise leur fixation par le parenchyme hépatique. Le pancréas a une double sécrétion : l'une intestinale, qui facilite la saccharification des matières amylacées et les prépare à être fixées par le foie; l'autre, sécrétion interne, modère le déversement du glycogène et en favorise l'accumulation. Loin d'être opposées, ces deux actions sont parallèles. Elles sont grossièrement comparables à la double action d'un flotteur automatique qui, en même temps qu'il ouvre la bouche d'entrée de l'eau destinée à remplir un réservoir, en ferme l'orifice de sortie.

Il faut encore, dans le diabète, tenir compte d'un autre élément : le rôle du système nerveux est très important dans la production des troubles de la fonction glycogénique. La célèbre expérience de Claude Bernard, déterminant par la piqûre du plancher du quatrième ventricule cérébral l'hyperglycémie et la glycosurie, en est une preuve sans réplique. Dans cet ordre d'idées, M. Kauffmann a produit des expériences fort intéressantes. Il a démontré que cette piqûre faite sur des chiens dont le foie et le pancréas ont été préalablement énervés, détermine des effets différents si l'expérience porte sur des chiens dépancréatisés, ou sur des chiens rendus glycosuriques. Sur les premiers, il n'y a aucun effet; sur les seconds, il y a accroissement de glycosurie. M. Kauffmann en conclut qu'à la suite de la piqûre du quatrième ventricule, le foie fonctionne plus activement et que le sang lui apporte en excès des substances propres à être transformées en sucre et dont la surproduction est due à une histolyse exagérée.

M. Thiroloix, de son côté, a fait des expériences différentes des précédentes, mais comportant des résultats généraux semblables. Pratiquant la section des nerfs du foie et des nerfs du pancréas, il vit qu'elle ne suffisait pas à déterminer la glycosurie. Sur un animal ainsi préparé, celle-ci s'établit si l'on extirpe le pancréas. Cette glycosurie est même plus grave que celle que produit l'ablation simple du pancréas entier. Mais, comme elle, la greffe pancréatique la fait disparaître.

Dans toutes ces recherches, l'action dominante semble devoir être attribuée à la cellule pancréatique elle-même. L'expérience de Minkowski, répétée par Hedon, Gley, Thiroloix, etc., est restée irréfutable : l'extirpation totale du pancréas a pour conséquence la glycosurie. Thiroloix, en atrophiant le pancréas par divers procédés, a obtenu les mêmes effets; mais ceux-ci ne surviennent que si l'atrophie est complète. S'il reste quelque peu de la glande sécrétante, cette partie minime s'oppose à l'établissement de la glycosurie. C'est probablement ainsi qu'il faut expliquer l'absence de glycosurie dans les faits signalés par Mouret et autres. Mouret, après avoir injecté de l'huile dans le canal de Wirsung et lié ce canal, a déterminé de la sclérose pancréatique, des dégénérescences de l'épithélium glandulaire, de la dilatation des vaisseaux sans que ces lésions fussent suivies de diabète.

M. Lépine, continuant ses recherches sur le ferment glycolytique, trouva que la diastase saccharifiante produite par le pancréas perd, par l'acidification au moyen de l'acide sulfurique dilué, son pouvoir saccharifiant, et prend, au contraire, des propriétés glycolytiques. En outre, pendant que le pancréas, par une excitation périphérique du vague, produit la diastase saccharifiante, le sang de la veine pancréatique ne possède qu'un pouvoir glycolytique insignifiant. Il y aurait donc une sorte de balancement entre la sécrétion externe (saccharifiante) du pancréas et la sécrétion interne (glycolytique). M. Lépine, par hydratation de la diastase du malt de l'amylase, a obtenu un ferment glycolytique et il l'a ingénieusement expérimenté dans le traitement du diabète. Ses observations, où sont notées les quantités d'urée et de sucre urinaire obtenues sous l'influence de ce ferment, sont dignes d'attention.

M. Lépine a insisté sur la disproportion qui existe, dans certains cas, entre l'hyperglycémie et la glycosurie. De la teneur d'une urine en sucre on ne peut nullement induire la surcharge du sang en sucre. L'hyperglycémie semble seulement être en raison inverse de la polyurie, ce qui est logique. La même loi peut, d'ailleurs, s'appliquer à presque toutes les substances trouvées dans l'urine (albumine, acide urique, etc.).

Etant donné le courant des idées actuelles, il était rationnel d'essayer, dans le traitement du diabète, l'ingestion de suc ou de tissu pancréatique.

L'expérience a été faite par M. Grube (de Neuenahr). Il a employé de préférence l'extrait alcoolique de pancréas de bœuf. Les résultats ont été nuls sur la glycosurie même, mais ce traitement semble avoir eu une influence favorable sur les troubles dyspeptiques et la constipation.

M. Ausset, ayant d'abord expérimenté sur des chiens qui avaient subi l'extirpation du pancréas et ayant vu que l'ingestion de pancréas de veau faisait disparaître la glycosurie, soumit un diabétique au même traitement et réussit à maintenir la disparition du sucre et l'état normal des urines.

Signalons encore l'intéressant essai de M. Cassaet sur la levure de bière, employée comme médicament antidiabétique. La dose quotidienne de 50 grammes de levure de bière a amené une amélioration notable dans l'état de quelques malades déjà arrivés à la période cachectique ou atteints de tuberculose.

IV. — Goutte

Cette affection si commune est, en général, délaissée dans les recherches des pathologistes. La cause en est à sa rareté relative dans les milieux hospitaliers.

Les travaux récents faits sur ce sujet nous viennent surtout de l'étranger. La déclaration de van Noorden que l'altération des tissus, dans la goutte, ne serait pas due à l'acide urique, mais à un ferment spécial inconnu, est de nature à bouleverser les idées régnantes sur la goutte. Nous ne pouvons que la signaler, sans y insister, puisqu'aucune démonstration précise n'a jusqu'ici été donnée du bien-fondé de cette hypothèse. Il est à remarquer toutefois qu'avant la découverte de l'acide urique et l'établissement des théories chimiques qui dominent la pathogénie de la goutte, les anciens assimilaient cette affection aux « fièvres » et que Boerhaave la tenait pour contagieuse.

F. Levison, dans un travail récent, reprend l'ancienne conception de la rétention urique. Pour lui, la goutte tiendrait plutôt à une rétention de l'acide urique dans le sang qu'à une hyperproduction de cet acide. Il ne resterait dans l'organisme qu'à cause de l'altération des reins. Les lésions rénales sont constantes dans la goutte, les accidents ne surviennent qu'après que le rein malade est devenu imperméable à l'acide urique. Levison trouve un appui dans certains faits cliniques incontestables : il montre les intoxications, le saturnisme par exemple, agissant sur le rein et finissant par déterminer la goutte; il dit que les urines des goutteux renferment en général moins d'acide urique que celles des individus sains, ce qui est vrai dans certaines phases de la maladie. Mais ces interprétations ne constituent pas des preuves irréfutables.

Plus importants et plus sûrs sont les résultats obtenus par G. Klemperer. Ils confirment ce que nous savons de l'excrétion de l'acide urique dans la goutte : elle est tantôt augmentée, tantôt diminuée; mais, tandis que chez les individus sains on ne constate dans le sang que des traces d'acide urique, chez les goutteux l'excès d'acide urique est constant dans le plasma sanguin.

Il ne faut pas croire toutefois que ce soit là un signe réellement pathognomonique : car, dans d'autres maladies, dans la leucémie, ce même excès existe. De plus, il n'y a pas de rapport entre l'uricémie et l'acide urique contenu dans l'urine; l'uricémie ne coïncide même pas d'une façon absolue avec les accès de goutte.

Les expériences fort instructives de G. Klemperer ont montré que, malgré la surcharge urique du sang des goutteux, celui-ci n'est jamais à saturation, et qu'il peut encore dissoudre plus d'acide urique qu'il n'en contient. Il y a donc autre chose qu'un acte chimique simple. Klemperer croit que le processus nécrosique est le premier en date et que l'acide urique est fixé par lui : ce serait donc la confirmation des vues d'Ebstein qui pense que le dépôt d'acide urique est précédé d'une altération musculaire du cartilage, altération surtout appréciable par l'examen du tissu à la lumière polarisée. Klemperer fait de même justice de la suralcalinité du sang.

Sang trop riche en acide urique, nécrose des tissus sont deux faits certains. Sont-ils sous la dépendance immédiate l'un de l'autre? On vient de le voir, nous ne pouvons l'affirmer. Sont-ils tous deux causés par un processus dominant, encore inconnu? La question soulevée par van Noorden vient là se poser à l'esprit.

A part l'emploi du salicylate de strontium préconisé par Wood à la dose de 0 gr. 60 à 1 gramme dans la goutte chronique avec troubles digestifs, aucune thérapeutique nouvelle n'a été employée avec satisfaction contre la goutte. On cherche toujours à modifier le milieu sanguin et à déterminer la solubilité des sels uriques circulant dans l'organisme, comme Nicolaïer et Bardet l'ont fait avec l'urotropine. Mais cette méthode est illusoire; et, si elle était rationnelle autrefois, conforme aux conceptions d'alors, elle perd de jour en jour sa raison d'être.

V. — Cancer

La question de l'origine du cancer est toujours pendante. On sait que, pour les uns, le cancer serait parasitaire, dû à un agent figuré encore mal déterminé; pour les autres, il résulterait d'une déviation dans l'évolution de certains tissus sous l'action d'une cause ignorée, d'une prolifération désordonnée et atypique de certains éléments cellulaires. Le système nerveux tiendrait sous sa dépendance

le processus morbide. Il est intéressant d'enregistrer les recherches qui ont été faites récemment dans ces deux sens.

Jusqu'ici on a décrit dans le cancer des éléments figurés, sur la valeur desquels l'accord est loin d'être universel. On y a vu des figures coccidiennes, des sporozoaires (Malassez, Albarran, Darier, Thoma, Soudakewitch, Jurgens, Foa, etc.), des corpuscules de Russell, des cellules de morphologie spéciale et de réactions colorées variables, des corps qui ne seraient que des formes de dégénération cellulaire (Cornil, Cazin). M. Fabre-Domergue a consacré un travail à l'explication de ces formes cellulaires et à la réfutation de leur nature parasitaire. Bref, les études de ces divers corps, tant micrographiques qu'expérimentales, n'ont pu aboutir à une preuve pleinement démonstrative du parasitisme du cancer. Toutefois, les expériences d'inoculabilité du cancer fournissent des faits curieux. Les tentatives d'inoculation du cancer d'un genre animal à un autre genre ont été infructueuses; les essais n'ont été positifs que sur des animaux de même race, de chien à chien, de souris à souris. Quant à la greffe cancéreuse chez l'homme, elle n'a été obtenue que sur l'individu même qui était porteur de la néoplasie.

Les tentatives thérapeutiques ont été multipliées. Elles sont de deux ordres : les unes recherchent la guérison du cancer par l'injection des toxines microbiennes ; les autres par la sérothérapie.

La marche de certaines tumeurs malignes ayant semblé avoir été favorablement influencée par l'apparition fortuite d'un érysipèle, on essaya de réaliser artificiellement cette donnée. Friedreich injecta des toxines provenant des cultures de diverses bactéries et surtout du streptocoque. Les résultats ont été nuls sur les carcinomes; sur les sarcomes, une seule fois l'expérience a amené une amélioration de l'état général du sujet, mais non une régression vraie de la tumeur. Kocher, recourant au même procédé, a vu la mort survenir après une diminution passagère du néoplasme. Enfin, Coley a imaginé un procédé qui consiste à injecter des cultures sur bouillon du streptocoque érysipélateux, chauffées à 100°, filtrées et additionnées d'autres toxines issues de cultures du *Bacillus prodigiosus*. Les expériences ne sont pas concluantes : il semblerait seulement que ces méthodes seraient plus actives à l'égard des sarcomes que des carcinomes.

On a pensé augmenter les chances de succès et diminuer les dangers des inoculations en employant non les produits issus des cultures, mais le sérum d'animaux inoculés avec le streptocoque de l'érysipèle. Ce sérum, entre les mains d'Emmerich et Scholl, aurait donné des résultats remarquables dans des récidives post-opératoires de cancer du sein. Par contre, ce même sérum a été non seulement inefficace, mais encore toxique chez certains malades à qui Bruns l'avait injecté. D'ailleurs, il peut rester dans ce sérum, par suite d'erreurs de préparation faciles à commettre, des streptocoques virulents: témoin ce cas de Freymuth, qui, se servant du sérum d'Emmerich et Scholl, donna au malade qu'il traitait pour un cancer de la langue un érysipèle vrai, qui se transmit à la femme du patient.

MM. Richet et Héricourt emploient un autre procédé. Ils s'adressent au sérum anticancéreux vrai obtenu par l'injection de suc cancéreux aux animaux. Leurs expériences, par la surprise qu'elles ont causée, méritent d'être relatées. Un ostéosarcome de la jambe ayant été opéré, on injecta le suc de la tumeur broyée à un âne et à deux chiens, qui ne présentèrent aucune réaction et sur qui on préleva ensuite une certaine quantité de sérum. Ce sérum fut injecté à une malade de M. le Professeur Terrier, qui portait une tumeur récidivée d'apparence fibrosarcomateuse, dont le développement devenait menaçant. Après une dose totale de 120cc de sérum, la tumeur s'était réduite des deux tiers, ne formant plus qu'une plaque d'induration: concurremment l'état général s'améliora.

Ce même traitement fut appliqué à un malade de M. Reclus, portant une tumeur de la région stomacale. L'amélioration fut telle qu'elle dépassa tout espoir, si bien qu'on pensa avoir fait une erreur de diagnostic.

Usant d'un procédé analogue, M. Boureau aurait obtenu, dans sept cas, non des guérisons, mais des améliorations notables dans l'état des malades.

Tous ces essais sont trop récents, trop rares pour qu'on puisse en tirer une conclusion sérieuse.

Terminons par les intéressantes communications de M. Delbet. Cet auteur propose de substituer à la sérothérapie qui n'emploie que le sérum seul, c'est-à-dire une humeur privée de certaines parties essentielles du sang, l'hémothérapie, qui utiliserait le sang complet. L'injection du sang brut ayant des inconvénients tirés de son défaut de conservation et de sa coagulation, M. Delbet y pare en s'opposant à cette dernière par la précipitation des sels de chaux au moyen de l'oxalate de soude. Le sang conserve alors sa fluidité ; il n'est privé ni de sa fibrine, ni d'une partie de ses matières albuminoïdes, et l'on peut, malgré la présence des oxalates, l'injecter sans danger. Le procédé permettrait, en outre, d'employer, suivant les circonstances, soit le sang total avec des globules rouges et blancs (hémothérapie), soit le sang débarrassé par décantation de ses éléments figurés (plasmathérapie). M. Delbet a utilisé cette méthode pour traiter un lymphadénome ganglionnaire généralisé avec le sang d'un chien préalablement inoculé.

Dr A. Létienne.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

UN NOUVEAU TYPE DE COMPRESSEUR D'AIR

L'air comprimé, comme agent de transmission de la force motrice, a certes dans l'électricité une sérieuse concurrente. Cependant il semble être loin de disparaître complètement, et son emploi est encore passablement répandu, par exemple dans l'exploitation des tramways, dans les travaux de mines. Aussi l'étude des perfectionnements à apporter aux appareils qu'il utilise est-elle toujours ardemment poursuivie par quelques ingénieurs. Nous citerons aujourd'hui un nouveau type de compresseur d'air, que le principe d'après lequel il est construit rend très intéressant.

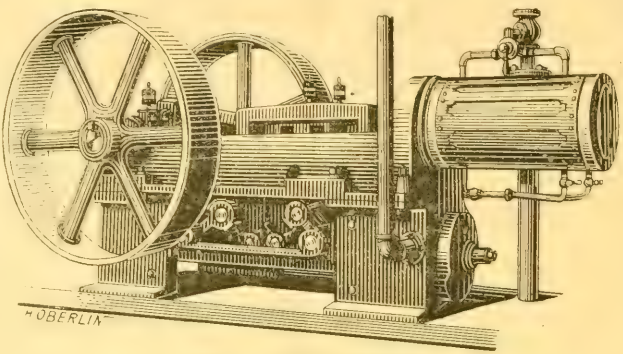


Fig. 1. — Vue du compresseur.

Le travail produit quand le piston d'une machine à vapeur se déplace d'une quantité donnée est plus grand au commencement qu'à la fin de la course. En effet, ce travail est représenté par le produit $P.S.d$. — P étant la pression de la vapeur, S la surface du piston, d le déplacement. Or, à partir du moment où commence la détente, P décroît continuellement. Au contraire, lorsqu'on comprime de l'air, la pression croît de plus en plus pendant une course du piston, et le travail dépensé, correspondant à un certain déplacement, progresse de la même façon. Il n'est donc pas possible, quand les deux pistons sont directement reliés l'un à l'autre, d'équilibrer à chaque instant le travail produit et le travail dépensé. La même particularité se présente dans les machines à vapeur ordinaires; mais alors la différence est plus faible que dans notre cas, puisque le travail dépensé est en général à peu près constant pendant un tour de l'arbre. Il faut avoir recours, dans les compresseurs d'air, à des artifices spéciaux : on emploie de très forts volants; on dispose plusieurs séries de pistons de manière à équilibrer, autant que possible, la somme des travaux, etc. Malgré de telles précautions, la marche de ces machines est toujours assez irrégulière.

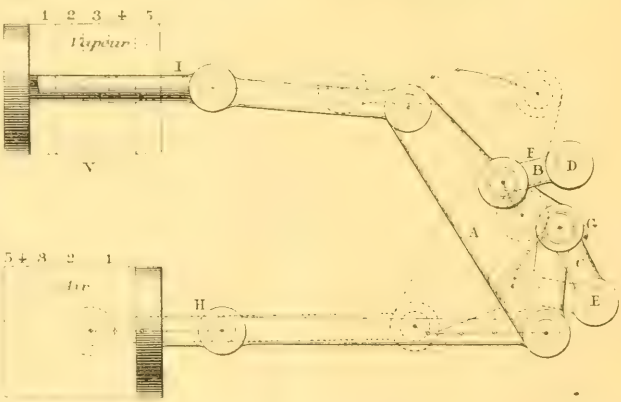


Fig. 2. — *Représentation du mouvement combiné du piston à vapeur et du piston à air.* — V, cylindre à vapeur; au-dessous, U, cylindre à air; I, tige du piston à vapeur; H, tige du piston à air; A, levier de manœuvre; D, E, points fixes; B, C, petites tiges reliant le levier A aux points fixes D, E; F, G, points où les tiges B, C, s'articulent au levier A. — A droite de la figure, le dessin en traits pleins représente une position extrême du piston; le dessin en traits tirés, la position contraire. — Les lignes verticales dans les deux cylindres séparent des déplacements correspondants de leurs pistons, déplacements numérotés de 1 à 5.

Dans le nouveau type construit par la *New-York Air Brake Company* [1] (fig. 1), il n'y a pas de ces complications. On y trouve seulement un cylindre à vapeur ordinaire, deux cylindres à air à simple effet et deux petits volants. L'équilibre de travail est obtenu grâce à un mode ingénieux de liaison entre les tiges des différents pistons. Notre figure 2 en donne le détail. I est la tige du piston du cylindre à vapeur V; H, celle du piston du cylindre à air U. Si la première conduisait la seconde au moyen d'un levier oscillant autour d'un point fixe, la vitesse du piston à vapeur serait dans un rapport invariable avec celle du piston compresseur et nous n'aurions aucun équilibre entre le travail de l'un et celui de l'autre. Soient S et s les sections des deux pistons et à un moment donné V et v leurs vitesses respectives; P, la pression de la vapeur, p celle de l'air. Si nous écrivons que le travail produit est égal au

[1] *American Machinist*. Vol. 18, n° 26.

travail dépensé, nous obtenons : $S.V.P = svp$. Supposons, pour simplifier, $S = s$; il reste : $VP = vp$, ou $\frac{V}{v} = \frac{1}{P}$.

Par conséquent, pour que l'équilibre fût parfait, il faudrait que le rapport des vitesses fût toujours en raison inverse du rapport des pressions. C'est ce que l'on a cherché à réaliser aussi approximativement que possible dans l'exemple qui nous occupe aujourd'hui. Pour cela, le levier A, qui réunit les deux tiges I et II (fig. 2), est relié à deux points fixes D et E au moyen de deux petits bras mobiles, B et C, articulés avec lui en F et G. Nous montrerons tout à l'heure que, par suite d'une telle disposition, le rapport des vitesses des deux extrémités du levier A varie constamment et suivant une loi que l'on peut déterminer à l'avance. Divisons la course totale du piston à vapeur en 5 parties égales marquées 1, 2, 3, 4, 5 sur la figure 2; nous avons, avec les dimensions des organes adoptées dans notre cas, des courses correspondantes du piston compresseur qui sont inégales; on les a marquées des mêmes nombres 1, 2, 3, 4, 5. On voit que plus la pression de la vapeur est forte, plus le piston du second cylindre marche vite par rapport à celui du premier cylindre, et réciproquement. On n'arrive évidemment pas à l'équilibre parfait, mais on s'en rapproche suffisamment pour rendre la marche de la machine assez régulière avec deux petits volants.

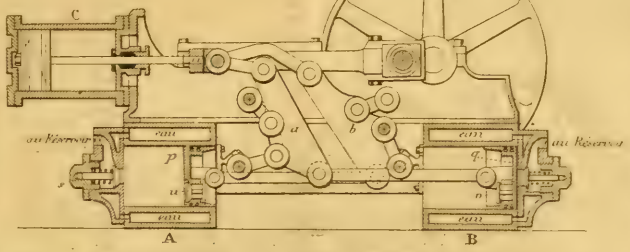


Fig. 3. — *Coupe du compresseur.* — C, cylindre à vapeur; A, B, cylindres à air; *p*, *q*, pistons des cylindres à air; *u*, *o*, soupape d'entrée de l'air dans les cylindres; *s*, *t*, soupapes d'entrée de l'air dans le réservoir; *a*, *b*, leviers de manœuvre.

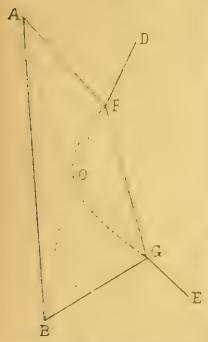


Fig. 4. — *Représentation schématique des liaisons du levier* A *de la figure* 2. — Le levier A de la figure 2 est représenté dans cette figure par le quadrilatère ABGF. Il est relié aux deux points fixes D et E par les deux barres rigides DF et EG. La courbe en traits mixtes FOG donne le lieu des centres instantanés de rotation du quadrilatère AFGB, rapporté au plan de ce quadrilatère.

La figure 3 montre la disposition du compresseur complet. Les cylindres à air A et B sont placés à la base. Ils sont tous deux à simple effet et, dans leur ensemble, ils jouent le rôle d'un seul cylindre à double effet. Mais leurs pistons, grâce aux deux leviers articulés *a* et *b*, ont des mouvements absolument indépendants. Une enveloppe d'eau froide les entoure complètement, sauf aux endroits où, dans les fonds, on a logé les soupapes *s* et *t* donnant passage à l'air lors de son entrée dans le réservoir. Les soupapes *u* et *o*, servant à l'entrée de l'air extérieur dans le cylindre, ont été placées sur les pistons *p* et *q*. A la partie supérieure du compresseur, se trouve une petite machine à vapeur ordinaire dont le cylindre est en C. La figure 1 donne une vue de l'ensemble. On a en somme un appareil simple, peu coûteux, peu encombrant et dont la régularité de marche ne laisse pas à désirer.

Il nous reste à montrer comment varient les centres de rotation successifs du levier A de la figure 2. Ce levier peut être représenté schématiquement par le quadrilatère ABGF (fig. 4), relié aux points fixes D et E par deux barres rigides FD et GE, articulées avec lui en F et G. Ces deux derniers points peuvent donc décrire respectivement une circonférence autour de D et de E. Les quantités dont se déplacent les pistons du compresseur sont à chaque instant proportionnelles aux projections des vitesses des sommets A et B sur une droite parallèle à leurs tiges, et c'est la loi de variation du rapport de ces quantités qu'il nous faudrait chercher. Le problème ainsi présenté est passablement long et ce serait sortir de notre cadre que d'en exposer la solution complète. Nous essaierons seulement de prévoir les résultats qu'elle donnerait. Dans une figure en mouvement, les différents points ont des vitesses proportionnelles à leur distance au centre instantané de rotation. Il est donc utile d'obtenir le lieu de celui-ci, rapporté au plan du quadrilatère ABGF (fig. 4). Soit (fig. 5) *fg* une position du côté FG de la figure 4. Le centre instantané de rotation se trouve à la rencontre des normales menées par deux points quelconques aux courbes décrites par ces points dans leur mouvement. Ce sont, pour *f* et *g*, les prolongements des rayons *f*D et *g* E. Nous obtenons ainsi le point *o*. Considérons la position *ab* pour laquelle la droite est venue dans le prolongement du rayon *b* E. Le point *o* est alors en *f*. Il viendrait de même en *d* pour une position *dc*, telle que la droite prolonge le rayon D. Si, pour toutes les positions comprises entre *a b* et *d c*, nous cherchons ainsi le centre instantané de rotation et que nous le reportions sur la figure 4, nous obtiendrons une courbe semblable à F O G. Lorsque le point O se déplace sur cette courbe, le rapport $\frac{AO}{OB}$ dont est fonction le rapport des déplacements des pistons du compresseur, varie d'une manière continue entre des valeurs qu'il est facile de déterminer. En modifiant les dimensions du quadrilatère A BGF, les longueurs FD et GE, la distance entre les centres D et E, etc., on peut obtenir la loi de variation désirée ou tout au moins s'en rapprocher d'une manière absolument satisfaisante.

Fig. 5. — *Positions diverses du côté mobile* FG *de la figure* 4. — Les positions successives du côté FG sont représentés ici par *ab*, *gf*, *cd*.

Le compresseur de la *New-York Brake Air C°* offre donc une intéressante application de la Géométrie pure à la Mécanique pratique.

A. Gay.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Cousin (Pierre), *Ancien Elève de l'Ecole Normale Supérieure, Professeur au Lycée de Caen.* — **Sur les Fonctions de n variables complexes.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *Extrait des Acta Mathematica, Stockholm, Central-Tryckeriet*, 1895.

Le développement d'une fonction y, de n variables complexes $x, x_1, \ldots, x_{n-1}$, en série S, procédant suivant les puissances entières et positives des x, sert surtout à établir l'existence de y, considérée, par exemple, comme intégrale d'un certain système d'équations différentielles. Mais étudier les propriétés de y sur S elle-même, c'est en général très malaisé. Pour $n = 1$, la question est relativement avancée, grâce aux travaux notamment de MM. Mittag-Leffler, Weierstrass, Poincaré... On sait construire S de façon à attribuer à y certaines propriétés choisies à l'avance, à fixer par exemple les zéros de y (valeurs de x où y est nulle); on sait quelquefois reconnaître que S est le quotient de deux autres séries... Pour $n = 2$ plusieurs résultats importants ont été obtenus par M. Poincaré. M. Cousin s'occupe de les étendre à un nombre n quelconque.

Toute la thèse est la démonstration d'un théorème unique; l'analyser est impossible. On n'a le choix qu'entre une reproduction presque complète, qui ne saurait trouver place ici, et un résumé de quelques lignes, dont je dois, à mon grand regret, me contenter.

Une fonction y peut avoir des « pôles » où elle est infinie et des « singularités essentielles » où les allures de y sont plus compliquées. Tout cela est bien connu. Rappelons aussi qu'une variable complexe x « est située à l'intérieur d'un cercle ayant l'origine pour centre et R pour rayon », lorsque le module de x est inférieur à R.

Le théorème suivant est dû à M. Poincaré : « Si une « fonction analytique de deux variables complexes n'ad- « met, à distance finie, que des singularités non essen- « tielles, elle est le quotient de deux fonctions entiè- « res. » Il est généralisé par M. Cousin ainsi qu'il suit : « Si une fonction de n variables complexes n'admet « que des singularités non essentielles à l'intérieur de « n cercles, ayant pour centres les n origines et dont « chacun a un rayon fini ou infini, cette fonction est le « quotient de deux séries entières par rapport aux « n variables, convergentes à l'intérieur des n cercles. »

Voilà, à cause des nombreuses applications possibles, une importante contribution à la théorie des fonctions et une excellente thèse. Léon Autonne.

Wirtinger (Wilhelm), *Professeur à l'Université d'Innsbruck.* — **Untersuchungen uber Thetafunctionen.** — *1 vol. in-4° de VIII-125 pages.* (*Prix : 11 fr. 25.*) *B. G. Teubner, éditeur, Leipzig*, 1895.

Le trait caractéristique de l'ouvrage est la représentation des fonctions θ par des séries infinies; l'auteur a renoncé à les étudier en les considérant comme un cas particulier des fonctions périodiques générales de degré $2n$.

L'ouvrage est divisé en deux parties. La première, consacrée aux fonctions θ en général, contient, après quelques remarques sur la notation employée et l'exposition des plus importants théorèmes sur les relations qui existent entre les fonctions θ, la théorie d'une figure algébrique de p dimensions dans un espace à $2^p - 1$ dimensions, figure qui peut-être considérée comme le cas le plus général des surfaces de Kummer.

Dans la seconde partie, l'auteur étudie les figures algébriques les plus facilement abordables et suffisamment générales dont les fonctions θ de Riemann se décomposent en facteurs après une tranformation, et l'équation qui comporte le plus grand nombre de paramètres pour un de ces facteurs.

Après quelques chapitres sur l'annulation des fonctions θ et leur représentation algébrique, l'auteur arrive à cette conclusion importante : Les fonctions θ de p variables considérées dans cet ouvrage sont, dans le cas de 4 ou 5 variables, les plus générales possibles : lorsque $p > 5$, elles dépendent de $3p$ paramètres; elles sont donc de trois paramètres plus générales que les fonctions θ de Riemann, qu'elles renferment comme cas limite. L. B.

2° Sciences physiques.

Witz (Aimé), *Docteur ès sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.* — **Cours élémentaire de Manipulations de Physique.** — *2e édition. — 1. vol. in-8° de 218 pages avec 77 fig. (Prix : 5 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

Ce volume n'est point, comme son titre pourrait le faire supposer, une réduction, à un point de vue plus élémentaire, de l'excellent *Cours de Manipulations* édité en 1883 et actuellement épuisé.

En publiant cette nouvelle édition, M. Witz a pensé, avec raison, être utile à une certaine catégorie d'élèves en groupant dans un volume séparé un certain nombre de manipulations détachées de l'ensemble de l'Ouvrage et choisies en vue du cadre de leurs études : c'est ce volume qui vient de paraître sous le titre de *Cours élémentaire* et qui est spécialement destiné aux candidats à certaines écoles et au nouveau certificat des études physiques et naturelles.

Mais, si les sujets des trente-sept manipulations réparties en dix chapitres que contient ce livre ont été choisies dans les parties relativement élémentaires de la Physique, chacune d'elles y est traitée avec autant de développements que dans l'ouvrage primitif. L'ancienne rédaction, conservée dans son ensemble, a même été complétée en différents points, notamment par des applications heureusement choisies pour intéresser les élèves.

Chaque manipulation est précédée d'une introduction théorique rappelant les formules qui devront être appliquées et généralement suffisante, malgré sa concision, pour permettre d'opérer sans recourir aux traités. La description des instruments et le manuel opératoire qui suivent, contiennent sans longueurs, mais avec la netteté et la clarté qui caractérisent l'Ouvrage, toutes les indications pratiques nécessaires pour mener les opérations à bonne fin; c'est surtout dans le choix et l'exposé de ces instructions que consiste la valeur d'un traité de manipulations; sous ce rapport il suffit d'un coup d'œil sur l'ouvrage de M. Witz pour y reconnaître la main d'un professeur expérimenté et d'un habile praticien.

Ce premier volume est, pour ainsi dire, l'introduction au second, qui contiendra les manipulations relatives aux parties plus élevées de la Physique; l'ensemble formera donc un cours complet de manipulations, qui continuera à rendre, aux candidats à la licence et à ceux qui veulent pousser plus loin l'étude de la Physique, les services qu'a déjà rendus l'édition de 1883; nous ne pouvons que souhaiter à la nouvelle édition le succès bien mérité de celle qui l'a précédée.

E. H. Amagat.

Limb (Claudius), *Préparateur de Physique à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Mesure directe des Forces électromotrices en unités absolues électromagnétiques.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des sciences de Paris.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

La mesure absolue d'une force électromotrice se ramène le plus souvent à la mesure d'une résistance et d'une intensité. M. Limb s'est proposé de comparer directement la force électromotrice inconnue à une force électromotrice d'induction dans un cas où celle-ci est calculable.

Dans les expériences de l'auteur, cette force électromotrice est produite par la rotation d'un aimant à l'intérieur d'une bobine longue; la valeur maxima de la force électromotrice sinusoïdale ainsi produite sera, sauf de légères corrections, égale au produit par 4π du nombre des spires par unité de longueur sur la bobine, multiplié par le moment magnétique de l'aimant, multiplié encore par la vitesse angulaire de rotation. Pour connaître exactement le nombre de spires, on mesure le pas de la vis du tour, et l'on multiplie le nombre par la raison du train d'engrenages qui commandait cette vis au moment du filetage de la bobine. Le moment magnétique est déterminé par la méthode classique de Gauss; quant à la vitesse de rotation, on l'obtient en enregistrant simultanément sur le cylindre de l'appareil de Marey les tours de l'aimant, et les oscillations d'un pendule à seconde; on a pu, d'ailleurs, maintenir cette vitesse remarquablement constante au moyen d'un frein à ficelle en se guidant sur les indications d'un tachymètre, dont le très ingénieux principe a été donné par M. Lippmann. La comparaison de la force électromotrice induite et de celle des éléments que l'on veut étalonner, se faisait à l'aide d'un potentiomètre spécial habilement disposé. Avec l'appareil utilisé, les forces électromotrices développées par induction étaient de l'ordre d'un demi-volt; l'auteur indique qu'il serait facile, avec une bobine plus considérable, d'obtenir une valeur quatre ou cinq fois plus grande, et, par suite, une précision plus haute; mais de la discussion des expériences il ressort incontestablement que les résultats sont déjà des plus satisfaisants, les valeurs trouvées pour les éléments étudiés sont certainement exacts jusqu'au troisième chiffre décimal, ainsi les forces électromotrices à 0° sont 1 volt 453 pour l'étalon Latimer Clark, 1 volt 392 pour l'étalon Gouy; le volt employé ici est, bien entendu, le volt *absolu*, et non le volt légal. Ces nombres sont presque identiquement ceux que divers expérimentateurs avaient trouvés indirectement.

Le travail de M. Limb est, pourrait-on dire, parfait; il est conduit avec une véritable autorité. Ce n'est certes point l'essai encore hésitant d'un débutant, mais bien l'œuvre assurée d'un expérimentateur consommé. Quelques personnes, à qui, sans doute, manquerait la persévérance nécessaire pour poursuivre sans défaillance un travail d'aussi longue haleine, pourraient être tentées de demander si l'intérêt, incontestable d'ailleurs, qu'il y avait à obtenir une évaluation directe des forces électromotrices confirmant les résultats déjà obtenus indirectement, était cependant assez puissant pour justifier un effort aussi considérable, et si le résultat atteint récompense suffisamment les années et le talent dépensés. A ces sceptiques, il serait aisé de répondre que le résultat principal n'a pas été le seul fruit du travail; une foule de résultats, de détails ont été obtenus par surcroît : M. Limb a prodigué à chaque pas les idées les plus heureuses. Citons, par exemple, de très importants perfectionnements apportés à la méthode de Gauss, une modification très avantageuse, universellement adoptée aujourd'hui, de l'électromètre Lippmann, la construction d'un potentiomètre commode et précis, etc.; et, certes, ce ne sont point là des résultats négligeables.

Lucien Poincaré.

3° Sciences naturelles.

Jacob de Cordemoy (Hubert). — **Recherches sur les Monocotylédones à accroissement secondaire.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *Un vol. in-8° de 108 pages, avec 3 planches. Imprimerie Le Bigot, Lille*, 1895.

On sait que certaines plantes monocotylédones offrent, par exception, dans quelques-uns de leurs organes, des tissus secondaires produits par un méristème à activité temporaire ou permanente. Ces plantes n'ont été l'objet d'aucun travail général. L'auteur de ce mémoire s'est proposé de comparer le plus grand nombre de types possible, appartenant aux diverses familles qui présentent ces dispositions. Elles se rencontrent chez les Liliacées où elles sont fréquentes, chez les Amaryllidées, les Iridées et les Dioscoréacées où elles viennent d'être l'objet d'une étude très approfondie de la part de M. C. Queva. Il ne paraît pas que M. Jacob de Cordemoy ait eu l'occasion d'examiner aucune des Iridées frutescentes où l'on a signalé des formations secondaires.

La plupart des plantes examinées par l'auteur n'ont pas de formations secondaires dans leurs racines; on y remarque seulement un grand développement du bois et du liber primaires, développés postérieurement à la différenciation des faisceaux primitifs, aux dépens de certaines cellules du tissu conjonctif central. Dans plusieurs espèces de *Dracæna* seulement, des formations secondaires se produisent dans l'écorce; les faisceaux secondaires, corticaux, sont mis en relation avec les faisceaux primaires, grâce à une prolifération des cellules du péricycle qui forment, à travers l'endoderme, des faisceaux d'union pourvus de trachéides.

On doit distinguer deux types de tiges chez les Monocotylédones à accroissement secondaire. Chez les *Dracæna*, *Cordyline* et *Aloe*, le parenchyme secondaire se lignifie. Ailleurs il reste mou. Le méristème qui produit l'ensemble des tissus secondaires est d'origine péricyclique. On connaît le développement des faisceaux secondaires corticaux des *Dracæna* et des *Yucca*; ils se composent de trachéides et de tissu libérien; dans les rhizomes des Dioscoréacées, il n'y aurait pas de trachéides; tous les faisceaux, primaires et secondaires, y seraient construits sur le même type; ce seraient des faisceaux libéro-ligneux normaux. Quand le parenchyme se lignifie, il constitue un organe de soutien pour la plante; quand il reste mou, ses cellules se remplissent de substances de réserve. Quant aux faisceaux, partout où ils existent, ils remplissent les fonctions ordinaires de faisceaux et forment, en outre, la base d'insertion du système vasculaire des racines et de celui des bourgeons. L'auteur considère l'apparition des tissus secondaires chez les Monocotylédones comme un perfectionnement qui rapproche ces plantes de certaines familles Dicotylédones.

Il n'y a de formations secondaires ni dans l'axe florifère ni dans les feuilles.

En ce qui concerne les Dioscorées, on comparera avec intérêt le travail que nous venons d'analyser à celui que M. C. Queva a consacré à ce sujet (Voy. *Revue générale des Sciences*, 1895, p. 861). C. Flahault.

Michotte (Félicien). — **Traité scientifique et industriel des plantes textiles.** *Supplément au tome III :* **L'ortie.** — *1 vol. in-8° de 80 pages avec fig. (Prix 2 francs). Office technique. 21, rue Condorcet et J. Michelet, 25, quai des Grands-Augustins, éditeurs. Paris*, 1895.

L'auteur, continuant ses études sur les textiles d'origine végétale, entreprend aujourd'hui la réhabilitation de l'Ortie; il montre quel parti pourraient en tirer l'agriculture et l'industrie. Mais la routine est si puissante et la mauvaise réputation de cette malheureuse plante si bien établie que les louables efforts de l'auteur ne réussiront sans doute pas à vaincre des préjugés si fortement enracinés.

Aubert (E.), *Docteur ès sciences, Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée Charlemagne.* — **Histoire naturelle des Êtres vivants.** *Tome I* : **Anatomie et Physiologie animales et végétales.** 1 *vol. in-8° de* 564 *pages avec* 579 *fig.* — *Tome II. Fascicule I* : **Reproduction chez les animaux et compléments.** 1 *vol. in-8° de* 108 *pages avec* 69 *fig. Fascicule II* : **Classifications zoologiques et botaniques.** 1 *vol. in-8° de* 830 *pages avec* 946 *fig.* (*Prix de l'ouvrage relié* : 16 *fr.*) *André fils, éditeur,* 6, *rue Casimir-Delavigne. Paris,* 1894-96.

Si l'on fait abstraction des traités spéciaux écrits pour les étudiants en médecine, il n'existe pas chez nous d'ouvrages intermédiaires entre les livres nécessairement succincts destinés à l'enseignement secondaire et les grands ouvrages spéciaux sur l'anatomie, la physiologie et la classification des êtres vivants. L'*Histoire naturelle des Êtres vivants* de M. Aubert vient très heureusement combler cette lacune et sa publication correspond précisément à l'organisation d'un nouvel enseignement créé il y a un an dans nos Facultés des Sciences. On voit en effet qu'un décret du 31 juillet 1893 a institué un nouveau grade, le baccalauréat des sciences physiques et naturelles, exigible des futurs étudiants en médecine. La préparation à cet examen qui pouvait fort bien être confiée à l'enseignement secondaire, au même titre d'ailleurs que sa préparation aux grandes écoles, a été, par une mesure spéciale, transportée dans les Facultés des Sciences et nous devons reconnaître que cette infusion d'un sang nouveau a sauvé quelques-unes de ces Facultés d'une mort qui paraissait imminente.

C'est spécialement au programme de ce nouvel enseignement que correspond l'*Histoire naturelle des Êtres vivants* de M. Aubert. Le premier tome, comprenant l'anatomie et la physiologie des animaux et des plantes, convient aussi bien à l'enseignement des lycées qu'à celui des nouveaux cours institués dans les Facultés. L'auteur a su exposer très clairement les notions que tout homme instruit doit posséder sur les êtres vivants De nombreuses figures schématiques, parfaitement choisies, viennent compléter le texte. M. Aubert, nous l'en louons sans réserve, n'a pas voulu reproduire, sous une forme nouvelle, comme on le fait trop souvent, des vérités et des erreurs consacrées par un long usage. Nous pourrions citer maintes questions qu'il a su exposer clairement en s'inspirant des travaux les plus récents ; et on reconnaîtra sans peine que cette partie de l'ouvrage consacre très nettement un progrès.

D'ailleurs l'auteur a profité de la publication du premier fascicule du tome II, pour ajouter quelques compléments sur certaines glandes (thymus, corps thyroïde, etc.), sur les organes photogènes et pour exposer en quelques pages les principaux résultats des plus récents travaux sur la structure du système nerveux. En dehors de ces chapitres qui viennent compléter le tome I, ce fascicule contient un résumé très clair de la reproduction et du développement des animaux.

Le dernier fascicule du tome II comprenant plus de 800 pages avec 945 figures est consacré tout entier à la classification des animaux et des plantes. L'auteur a condensé dans un cadre relativement restreint les caractères permettant d'embrasser dans son ensemble la multitude si variée des êtres vivants. De nombreuses figures, les unes d'après nature, les autres schématiques, représentent les caractères extérieurs ou l'organisation des principaux types.

Enfin quelques notions de paléontologie jointes à deux chapitres distincts sur la distribution géographique des animaux et des plantes donnent au lecteur la possibilité de se représenter, au moins dans ses grandes lignes, la répartition des êtres vivants dans le temps et dans l'espace.

Tel qu'il est conçu, l'ouvrage de M. Aubert nous paraît non seulement appelé à rendre de réels services dans l'enseignement secondaire et à servir de guide aux jeunes étudiants qui se préparent à subir les épreuves du baccalauréat des sciences physiques et naturelles ; mais il nous semble aussi qu'un tel ouvrage sera de la plus grande utilité aux personnes qui, s'intéressant aux sciences naturelles sans avoir le loisir d'en faire une étude approfondie, désirent cependant, soit acquérir une idée d'ensemble du monde organisé, soit rechercher à l'occasion les caractères d'un groupe déterminé. Enfin, dans les sciences naturelles comme partout ailleurs, l'enseignement pour porter tous ses fruits doit être progressif et nous pensons qu'une lecture attentive du tome II, consacré aux classifications, sera pour les étudiants à la licence une excellente préparation qui leur permettra d'embrasser les caractères généraux d'un groupe avant d'aborder les détails.

Répondant à des besoins si divers, l'*Histoire naturelle des Êtres vivants* ne peut manquer de rencontrer le succès que ses qualités lui assurent et que nous sommes particulièrement heureux de lui souhaiter.

H. Lecomte.

4° Sciences médicales.

Galippe (V.), *Chef de Laboratoire à la Faculté de Médecine de Paris, et* **Barré** (G.), *Docteur en Médecine, Ingénieur-agronome.* — **Le Pain.** *Tome I* : Physiologie. Composition. Hygiène. *Tome II* : Technologie. Pains divers. Altérations. — 2 *vol. petits in-8° de* 224 *et* 216 *p., de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté.* (*Prix chacun ; broché,* 2 *fr.* 50 ; *cartonné,* 3 *francs.*) *Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris,* 1895.

Ces 2 nouveaux volumes de l'Encyclopédie des Aide-Mémoire sont bien faits pour conserver sa réelle valeur à la publication que dirige M. Léauté. Ils mettent en lumière, avec documents de tous ordres à l'appui, ce fait qui devrait n'avoir pas besoin d'être démontré, à savoir que nous avons dans le pain dont nous usons chaque jour un aliment de première importance, capable de réparer nos forces et de nous aider à résister aux atteintes de la maladie ; ils montrent, par contre, comment, sous prétexte d'améliorer cet aliment essentiel, nous lui avons fait perdre une grande partie de sa valeur nutritive, nous privant ainsi d'une ressource alimentaire précieuse. Nous ne voulons plus manger que du pain blanc, du pain de fantaisie, tandis que nous aurions tout avantage à manger du pain bis, le pain de ménage de nos campagnes.

Les auteurs ont compris que, pour faire entrer cette manière de voir dans l'esprit du public, il était nécessaire d'apporter des preuves convaincantes. On peut dire qu'ils n'ont rien négligé pour atteindre ce but et ils ont développé, avec une logique saisissante et toute scientifique, un plan, d'ailleurs très simple, mais tout à fait suggestif, et qu'on peut résumer en quelques lignes :

L'acide phosphorique est un élément indispensable à la vie. Nous l'avons bien reconnu pour les plantes, puisque nous leur fournissons des engrais riches en phosphates. Or la même nécessité existe pour les animaux. MM. Galippe et Barré le prouvent surabondamment dans un chapitre qui est certainement un des plus intéressants de leur ouvrage. Dès lors n'est-il pas tout simple de redemander aux plantes, aux céréales, qui l'ont emmagasiné, le phosphate dont nous avons besoin. C'est précisément ce que nous pouvons faire en ayant soin de ne pas systématiquement éliminer ces phosphates dans la préparation du pain. Mais il y a pain et pain. Les analyses nous démontrent que les pains de luxe bien blancs, d'un bel aspect, ne sont guère qu'un mélange d'eau et d'amidon ; en excluant énergiquement telles parties de l'enveloppe du grain de blé qui pourraient enlever à la farine sa blancheur immaculée, nous excluons par cela même la presque totalité des phosphates, tandis que ceux-ci se trouvent conservés, au contraire, dans le pain bis d'où l'enveloppe du

grain n'est pas rejetée. C'est ainsi que les farines provenant des moutures au moyen de cylindres, malgré la faveur qui les accueille, ne valent pas les farines obtenues des meules, car les premières sont réduites ou à peu près à l'amidon du blé, tandis que les secondes conservent plus de principes nutritifs. On trouvera dans le deuxième volume des renseignements techniques très intéressants sur la panification, les diverses variétés de pains (pains de luxe, pains de munition, de seigle, d'avoine, de maïs, etc.); on y verra que l'erreur des pains de fantaisie ne date pas d'hier et qu'aux XIIe et XIIIe siècles il en existait plus de 20 variétés, depuis les « pains de pape, de cour, de la bouche, de chevalier, d'écuyer, de chanoine » etc. jusqu'au Doubleau, au pain de Chailly, au pain bourgeois, au pain bis blanc, bis, etc. etc.

Un chapitre spécial est consacré aux altérations du pain.

En fin de compte, les auteurs ont fait œuvre des plus utiles, comme on pouvait l'attendre d'eux, et nous nous associons pleinement aux dernières lignes de leurs conclusions, quand ils écrivent : « Nous ne voudrions pas qu'on nous accusât de faire, du pain bis et, d'une façon plus générale, des aliments riches en phosphates, une panacée universelle, capable de rendre à l'humanité son énergie physique primitive ; mais nous pensons que tout ce qui produit, tout ce qui dépense, tout ce qui grandit, a besoin d'éléments minéralisateurs et que le pain, préparé d'une façon rationnelle, est une source inépuisable d'éléments d'entretien et de restauration. »

Dr H. Beauregard.

Nocard (Ed.), *Professeur à l'Ecole vétérinaire d'Alfort, Membre de l'Académie de Médecine, et* **Leclainche** (E.), *Professeur à l'Ecole vétérinaire de Toulouse.* — **Les Maladies microbiennes des Animaux.** — 1 *vol. gr. in-8° de 816 pages. (Prix : 16 fr.) G. Masson, Paris, 1895.*

Ce livre n'est pas seulement destiné aux élèves des Écoles vétérinaires ; tout homme de science, s'occupant de pathologie générale, le lira avec fruit et y trouvera plus d'un utile renseignement. Cet ouvrage est, en effet, extrêmement documenté ; l'historique de chaque maladie est traité avec un soin particulier ; on assiste pas à pas aux progrès de la science, et on la voit se rapprocher de plus en plus de la vérité, qu'elle est destinée à ne jamais atteindre. La lecture de cette partie de l'ouvrage est particulièrement attachante, les détails peu connus abondent, et l'on constate souvent avec plaisir que les auteurs tirent d'un oubli immérité un travailleur inconnu, dont la découverte méritait de fixer l'attention, et dont les mémoires étaient parfois laissés longtemps de côté par les sociétés qui les avaient accueillis. Après l'historique vient l'étude bactériologique et anatomopathologique de la maladie étudiée. Cette partie a une valeur considérable, et heureusement est fort développée : c'est la partie vraiment scientifique de l'ouvrage, et la grande compétence des auteurs nous inspire toute confiance dans les renseignements que l'on peut y chercher. La distribution géographique de la maladie étudiée, les espèces animales qui peuvent en être affectées, la statistique, l'étude clinique chez les différentes espèces, si cela est nécessaire ; les différentes formes que peut revêtir la maladie, les lésions, le diagnostic sur le vivant et sur le cadavre ; l'étiologie et la pathogénie ; le traitement, la vaccination quand elle est possible, la prophylaxie et la législation, forment autant de chapitres divisant l'article destiné à chaque maladie ; tous sont traités avec une érudition considérable, et nous offrent un résumé exact et très complet de l'état actuel de chaque question.

Les maladies qui figurent dans cet important ouvrage sont les suivantes : Les *septicémies hémorrhagiques*. Sous ce titre sont décrits : les choléras et entérites des différents oiseaux de basse-cour, ainsi que les maladies des grouses, des palombes et des canaris ; la septicémie spontanée des lapins, celle des furets ; la Rinderseuche, maladie des Bovidés et des Ruminants sauvages, qui, en 1872, a décimé les cerfs des parcs des princes de Bavière ; le « barbone » des buffles ; la maladie du maïs-fourrage, la pleuro-pneumonie septique des veaux, la pneumonie contagieuse du porc et la pneumonie-entérite ou infectieuse. Les auteurs insistent sur la grande analogie de ces différentes maladies, analogie signalée pour la première fois par Hueppe, et qui justifie leur groupement dans un même chapitre.

Viennent ensuite : le *Rouget du porc*, la *fièvre charbonneuse*, le *charbon symptomatique*, la *péripneumonie*, la *peste bovine*, le *coryza gangréneux des Bovidés*, la *fièvre aphteuse*, la *vaccine* (horse-pox, cow-pox), la *clavelée*, la *maladie des chiens*, la *gourme*, la *tuberculose*, l'*actinomycose*, la *botryomycose*, le *farcin du bœuf*, la *lymphagite épizootique*, la *morve*, la *dourine*, la *rage*, la *pyélo-néphrite bacillaire des Bovidés* et les *mammites des vaches et des brebis*.

Pour donner au lecteur une idée plus complète de la manière dont ce livre a été conçu, nous ferons une courte analyse de l'étude d'une maladie, la vaccine par exemple. L'historique renferme l'exposé des travaux bien connus de Jenner, à qui l'on doit la substitution de la vaccine inoffensive à la pratique dangereuse de la variolisation ; puis les recherches de Loy, de Pételard, de Samans et de Lafosse. Enfin Henri Bouley démontre, en 1862, que le cheval est l'hôte naturel de la maladie, qu'il décrit dans toutes ses formes et à laquelle il donne le nom du horse-pox. Déjà Jenner avait établi l'origine équine du cow-pox, et découvert les pustules de horse-pox sur les jambes des chevaux, maladie à laquelle il avait donné le nom de « Sore-heels ». Puis les recherches de Chauveau nous montrent que l'agent virulent revêt la nature corpusculaire ; ce savant provoque chez le cheval des éruptions généralisées en injectant le pus vaccinal dans les lymphatiques ou les vaisseaux sanguins, ou en les faisant pénétrer dans l'organisme par les voies naturelles de l'absorption. Les auteurs insistent ensuite sur le peu de confiance que l'on doit avoir dans les travaux des bactériologistes qui croient avoir isolé les parasites causes de la maladie. Vient ensuite une intéressante discussion de la question d'identité des deux maladies : vaccine et variole, question que les travaux déjà anciens de Chauveau nous autorisent à trancher par la négative ; les affirmations contradictoires (Eternod et Haccius, Hime, etc.) étant basées probablement sur des expériences entachées d'erreur. Exécutées dans des instituts vaccinaux, ces expériences ne peuvent entraîner la conviction, car les animaux en observation, maniés par le personnel inférieur de l'établissement, ont pu être accidentellement contaminés par le vaccin. Vient ensuite l'étude spéciale du « horse-pox », son histoire spéciale ; la description des symptômes de la maladie, des éruptions buccale pituitaire, conjonctivale et cutanée ; l'exposé des lésions. Dans le chapitre réservé au diagnostic, sont décrits les caractères qui empêchent, suivant les cas, de confondre la maladie avec la morve aiguë, la dourine, l'exanthème gourmeux, l'acné contagieux, le farcin, les eaux-aux-jambes, etc. L'étiologie, le traitement et la prophylaxie terminent cette étude. Le cow-pox est l'objet d'un travail semblable. Enfin, le chapitre de la vaccine se termine par l'exposé de son étude expérimentale. Là sont résumées les recherches relatives à la virulence des différents tissus pris sur un sujet malade, à la réceptivité des différents animaux, au mode de pénétration du virus chez les sujets sains, à la pathogénie, et nous voyons à chaque page le nom de M. Chauveau, à qui est due la majorité de ces importantes recherches. Nous trouvons ensuite l'étude de l'immunisation et de la préparation du vaccin animal.

En résumé, ce livre, que l'on ne saurait trop louer, comble une importante lacune dans la science, et il serait à souhaiter que nous en eussions un autre, fait avec le même soin, traitant des maladies microbiennes de l'homme.

Ch. Contejean.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Novembre 1895.

Liste des candidats présentés en remplacement de M. Verneuil : 1° M. **Ollier**, 2° M. **Lannelongue**, 3° M. **Just Lucas-Championnière**.

1° Sciences mathématiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale un mémoire de M. **Wilhelm Schur** ayant pour titre : « Die Oerter der helleren Sterne der Præsepe », extrait des Annales de l'Observatoire de Göttingue. — M. **Sarrat** soumet un mémoire ayant pour titre : Démonstration du théorème de Fermat. Impossibilité de l'équation $a^n + b^n = c^n$ en nombres entiers. — M. **J. Guillaume** adresse les observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le deuxième trimestre de 1895. La somme des taches continue à diminuer tandis que le groupe de facules ne présente pas de variations sensibles. — MM. **L. Baclé** et **Ch. Frémont** ont utilisé leur élasticimètre, enregistrant le diagramme du travail dans le poinçonnage et le cisaillement des métaux, comme méthode d'essai pour ces derniers corps. Ils ont déterminé, par des observations multiples, l'interprétation à donner aux divers éléments caractéristiques des diagrammes de poinçonnage et de cisaillement. L'ordonnée maximum du diagramme de poinçonnage fournit, sur la résistance du métal, un renseignement aussi précis que l'essai à la traction. Les autres éléments du diagramme apportent aussi des indications sur la malléabilité et permettent d'en apprécier la nature aussi complètement que la traction. — M. **Charles Henry** donne la description d'un dynanomètre de puissance spécialement applicable aux études physiologiques; cet appareil fournit une courbe des puissances instantanées caractéristique de chaque sujet et de chaque masse musculaire.

2° Sciences physiques. — M. **Laborde** adresse une note sur les causes de la formation de la grêle. — M. **Lecoq de Boisbaudran** signale une bande d'absorption observée dans certaines portions d'un fractionnement de terbine et caractéristique d'un élément nouveau. L'auteur désigne par Zδ l'élément caractérisé par cette raie $\lambda = 487,7$. — M. **T. L. Phipson** a établi, par un certain nombre d'expériences, les résultats suivants concernant l'origine de l'atmosphère : 1° Dans les périodes géologiques les plus éloignées, l'azote formait, comme aujourd'hui, la partie principale de l'atmosphère de la Terre. 2° La présence de l'oxygène libre dans cette atmosphère est entièrement due à la végétation; les plantes primitives étaient le moyen dont la nature s'est servie pour fournir ce gaz à l'air. 3° Les plantes de nos jours, comme étaient celles des plus anciennes époques géologiques, sont essentiellement anaérobies. 4° A mesure que la quantité d'oxygène libre a graduellement augmentée dans la suite des siècles, la cellule anaérobique a dû se modifier pour devenir plus ou moins aérobique. 5° Les algues unicellulaires les plus inférieures donnent encore aujourd'hui beaucoup plus d'oxygène que les plantes supérieures. 6° Le système nerveux cérébro-spinal s'est développé de plus en plus avec l'augmentation de la quantité d'oxygène libre. — M. **Ch. Moureu** a réalisé la synthèse du méthyleugénol et établi ainsi définitivement la formule de l'eugénol qui est un allylgaïacol. Le procédé consiste à faire réagir l'iodure d'allyle sur le vératrol en présence de la poudre de zinc, qui provoque l'élimination de l'acide iodhydrique; celui-ci déméthyle partiellement le vératrol en donnant de l'iodure de méthyle, du gaïacol et de la pyrocatéchine. — M. **E. Gérard** a étudié les cholestérines des végétaux inférieurs, tels que la levure de bière, le *mucor mucedo* et le lichen pulmonaire; toutes ces cholestérines appartiennent à un groupe bien spécial, au groupe de l'ergostérine. Ces cholestérines se différencient nettement de la cholestérine animale par l'action de l'acide sulfurique concentré seul ou en présence du chlorure de carbone. — MM. **G. Bertrand** et **A. Mallèvre** ont recherché la pectase dans le règne végétal et l'ont rencontré dans tous les organes, les racines, les tiges, les feuilles, les fleurs et les fruits; elle est répandue universellement dans les plantes vertes; mais elle est surtout abondante dans les feuilles et c'est probablement de là qu'elle se répand dans les autres organes. La richesse de certaines feuilles permet de réaliser la préparation de ce ferment. — M. **A. Lacroix** a reconnu que le chromocre, la glauconie, la céladonite, la chamosite, la bavalite, l'aerinite et la magnésite, qui à l'œil nu ont une structure compacte ou terreuse, ne sont pas amorphes, mais sont formés, en tout ou en partie, par une substance cristalline à propriétés définies et spéciales à chacun d'entre eux. Ces substances possèdent toutes la structure des micas, caractérisée par un clivage facile, lamelleux, qui en outre est plus ou moins perpendiculaire à une bissectrice aiguë négative. — M. **Fr. Wallerant** a cherché à reconnaître si les feldspaths sont isomorphes au point de vue optique par la comparaison de leurs constantes optiques fixées récemment par M. Fouqué. L'auteur n'a pu tirer de cette comparaison aucune conclusion certaine. — M. **S. Winogradsky** a pu isoler l'agent microbien du rouissage du lin; il a pu reconnaître que : 1° Le bacille peut faire fermenter le glucose, le sucre de canne, le sucre de lait, l'amidon, mais à la condition que le liquide contienne de la peptone; avec de l'ammoniaque comme source unique d'azote le microbe est absolument dépourvu d'action sur ces substances. 2° Les matières pectiques, pectine ou acide pectique, extraites du lin, des poires, des carottes, etc., sont décomposées déjà, en présence d'un sel ammoniacal comme seul aliment azoté, avec une facilité extraordinaire. 3° La cellulose est absolument inattaquable par ce bacille, la gomme arabique ne l'est pas non plus. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Ad. Chatin** fournit les caractères d'une nouvelle truffe de Téhéran. Elle forme des tubercules de 15 à 60 grammes, à périderme lisse, parfois fendillé, brun noir, se fonçant encore après la récolte. La chair en est blanchâtre, passant au bistre par la dessiccation, assez molle, peu sapide. Les sporanges sont ovoïdes, à très court pédicule, octospores, à membrane souvent disparue à la maturité des spores. Spores rondes, caractéristiques du genre *Terfezia*. Cette nouvelle espèce se rapproche de *T. Leonis*, et l'auteur lui donne le nom de *Terfezia Hanotauxii*. — M. **Pieri** a étudié, comme suite à ses recherches sur les Tapidés, la résistance de ces mollusques aux variations de milieu, telles que la diminution et l'augmentation de salure. Cette dernière est mieux supportée que la première. L'auteur examine aussi l'action de diverses substances toxiques (créosote, laudanum, nicotine, cocaïne, cyanure de mercure). — M. **Marchal** fournit les résultats de ses études sur la reproduction des Guêpes. Un nid de Guêpes se compose de deux ordres de cellules, les petites et les grandes. Ces dernières constituent la partie inférieure, les autres la partie supérieure. La reine chez les Guêpes marque un stade moins perfectionné dans les phénomènes relatifs à la reproduction que chez l'Abeille, car, en présence des petites cel-

lules, elle pond au hasard des œufs qui donneront des mâles ou des ouvrières. En présence des grandes cellules, elle fournit des œufs fécondés et femelles. Quant à la production d'ouvrières fécondes, elle est liée au mode de nutrition de l'adulte, c'est-à-dire lorsque la colonie récoltante l'emporte de beaucoup sur la colonie larvaire. — M. **Vuillemin** signale une maladie du prunellier contractée spontanément par un Erable. L'*Uncinula Prunastri* peut se développer en effet sur l'*Acer campestre*, mais n'en est pas un habitant normal. — M. **Remy Saint-Loup**, au cours de recherches expérimentales relatives aux modifications de l'espèce, a obtenu l'apparition, chez des cochons d'Inde, d'un doigt supplémentaire aux pattes postérieures, transmis actuellement jusqu'à la troisième génération. L'auteur n'a pas encore déterminé, parmi les causes qui ont pu agir, celle qui est principale ou unique. — M. **de Mojsisowics**, en examinant des débris de Céphalopodes fossiles provenant de la Nouvelle-Calédonie, a reconnu un genre *Arcestes* d'ammonites du Juvavien, puis un *Phylloceras* du même étage et un *Orthocéras* du Juvavien supérieur. Les couches à Céphalopodes de la Nouvelle-Calédonie appartiennent donc au Trias. — MM. **Phisalix** et **Bertrand** étudient l'emploi du sang de vipère et de couleuvre comme substance antivenimeuse. Ces reptiles sont immunisés pour leur propre venin par une sorte d'auto-vaccination.

J. Martin.

Séance du 25 Novembre 1895.

M. **Lannelongue** est élu membre de la Section de Médecine et de Chirurgie en remplacement de feu M. Verneuil. — MM. **Daubrée et Tisserand** sont nommés membres de la Commission du prix Lecomte. — M. **P. Déherain** fait hommage, au nom de M. **E. C. Bertrand** et au sien, d'une brochure intitulée : « Julien Vesque, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences et à l'Institut agronomique. »

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Rayet** adresse ses observations de petites planètes, faites au grand équatorial de Bordeaux. — M. **Esmiol** donne ses observations de la nouvelle comète Perrine, 16 novembre 1895, faites à l'observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de $0^m,26$ d'ouverture). — M. **Camille Flammarion** compare les observations des neiges polaires de Mars faites à l'observatoire de Juvisy avec celles de Barnard à l'observatoire Lick (Californie). La diminution des neiges est évidente dans les deux séries d'observation; en outre, ces diminutions sont du même ordre de part et d'autre. — M. **Maurice Fouché** étudie le déplacement d'un trièdre trirectangle autour de son sommet quand la position de ce trièdre dépend de deux paramètres et établit des relations entre certains invariants relatifs à l'ensemble des positions du trièdre.

2° Sciences physiques. — M. **Gouy** a repris l'étude expérimentale des propriétés capillaires de l'acide sulfurique étendu et détermine, point par point, la dérivée $\frac{d^2h}{dV^2}$. 1° Le maximum de la hauteur est d'autant plus petit que la solution est plus concentrée. 2° La dérivée seconde est toujours négative; par suite, la courbe représentative de la hauteur ne présente ni point d'inflexion, ni tendance vers une limite. 3° La valeur absolue de la dérivée seconde n'est pas constante. 4° Les variations de température produisent une petite variation de la hauteur. — M. **Grimaux** a préparé le quinophénéthol ou quinéthol, en faisant agir la glycérine et l'acide sulfurique sur le phénate d'éthyle ou phénéthol ; il donne les propriétés de ce corps qui fournit un dérivé nitré quand on le traite par un mélange d'acide azotique et d'acide sulfurique. Le nitroquinéthol, réduit par le chlorure stanneux en solution chlorhydrique, donne l'amidoquinéthol $C^{11}H^{10}(AzH^2)AzO$. — M. **Maurice François** a étudié la décomposition de l'iodure mercureux sous l'influence du phénol ; cette décomposition à l'ébullition est limitée par la quantité d'iodure mercurique existant en solution. La décomposition s'arrête toujours quand 100 parties de liquide contiennent $2^{gr},75$ d'iodure mercurique. Le phénol chargé de plus de $2^{gr},75$ d'iodure mercurique dissout à l'ébullition un peu d'iodure mercureux et le laisse déposer par refroidissement en cristaux microscopiques, mêlés de beaucoup d'iodure mercurique. — M. **Vigouroux** indique la préparation et les propriétés du siliciure de manganèse. Ce corps peut être préparé de trois façons différentes : 1° action directe du silicium sur le métal ; 2° action du silicium sur l'oxyde ; 3° action du carbone sur un mélange de silice et d'oxyde. C'est un corps à éclat métallique, dur et cassant, bien cristallisé, que le chlore, le brome, l'iode et surtout le fluor attaquent facilement. Les acides étendus le décomposent aussi, tandis que la potasse en solution est sans action. Il répond à la formule $SiMn^2$. — M. **Brocîner** rappelle ses travaux antérieurs sur la toxicité de l'acétylène : 1° S'il existe une combinaison réelle de l'acétylène et de l'hémoglobine, cette combinaison est très instable et nullement comparable, sous ce rapport, à la combinaison que forme l'hémoglobine avec l'oxyde de carbone. 2° L'acétylène paraît n'exercer qu'une action toxique très faible et qui n'est pas plus marquée que celle des carbures d'hydrogène ordinaires, tels que le formène, l'éthylène, le propylène. — M. **Magnier de la Source** expose un certain nombre de réactions de l'acide tartrique et des tartrates alcalins, réactions intéressantes au point de vue de la chimie analytique. — MM. **Bourquelot et Bertrand** établissent que la laccasse (ferment soluble oxydant) existe non seulement dans les plantes vertes, mais qu'on la trouve également, et dans des conditions plus faciles à étudier, chez les plantes dépourvues de chlorophylle. — M. **Balland** a étudié la répartition des matières azotées et des matières minérales dans le pain : contrairement à l'opinion admise de Rivot et de Barral, la cuisson du pain se fait sans destruction de matière, et l'on ne trouve pas plus de matières azotées et de matières salines dans la croûte de pain que dans la mie lorsque les produits ont été ramenés au même degré de déshydratation. Le pain ne renferme pas plus de matières nutritives que la farine sèche employée à le préparer; il en résulte que la détermination de l'eau dans une farine permet d'évaluer mathématiquement la quantité de pain, à un degré d'hydratation voulu, qu'elle peut fournir et que la détermination simultanée de l'eau dans le pain et dans la farine permet de s'assurer que le rendement en pain n'a pas été exagéré par une addition illicite d'eau. — M. **P. Richard** indique un procédé de dosage rapide de l'azote nitrique dans les produits végétaux, qui repose sur la coloration que prend la brucine au contact de l'acide azotique libre ou dégagé d'un nitrate par l'action de l'acide sulfurique concentré. Le procédé s'applique aussi aux substances renfermant des nitrites moyennant un dosage préalable de l'azote nitreux et son oxydation par le chlore avant l'essai à la brucine. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Caullery** fournit une interprétation morphologique de la larve double dans les Ascidies composées du genre *Diplosoma*. Dans ce groupe, l'œuf fournit deux individus dont l'un possède seul les organes sensoriels et les parties du système nerveux caractéristique du têtard des Ascidies; l'autre est semblable à l'un quelconque des individus formés ultérieurement par les processus connus du bourgeonnement. Pour l'auteur, l'ensemble des deux individus est la réunion d'un oozoïde et d'un blastozoïde, né du premier suivant les lois du bourgeonnement. Le bourgeonnement ordinairement plus tardif se serait produit ici dès la période embryonnaire. — M. **Garnault** donne les résultats satisfaisants des effets produits, chez le lapin et chez le pigeon, par l'extraction de l'étrier ou de la columelle et la lésion expérimentale du vestibule membraneux. Les expériences autorisent à pratiquer, chez l'homme, l'extraction de l'étrier soudé, lorsque l'appareil percepteur est intact, en raison des résultats considérables qu'on est en droit d'attendre de cette opération. F. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Novembre 1895.

M. **Simon Duplay** fait une communication sur le traitement des fistules vésico-vaginales par la suture intra-vésicale (cystorraphie interne). Il insiste sur le manuel opératoire suivi dans ce cas, c'est-à-dire sur le mode d'avivement et de suture. Le dédoublement de la paroi vésico-vaginale, au pourtour de la fistule, les deux rangs de suture, l'une profonde et extra-vésicale, l'autre superficielle et intra-vésicale, paraissent devoir être adoptés à l'avenir comme le seul procédé capable d'assurer le succès de l'opération.

Séance du 26 Novembre 1895.

M. **Pinard** fait une communication sur les services rendus par les « Refuges ou Asiles des femmes enceintes. » Il a comparé un grand nombre de femmes, ayant travaillé pendant toute la durée de leur grossesse, avec d'autres reposées et soignées dans les refuges ; chez ces dernières la durée de la gestation a été plus longue et le poids des enfants nés beaucoup plus élevé.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 Novembre 1895.

MM. **Charrin et Gley** présentent deux lapins atteints de malformations curieuses; ils sont nés d'une lapine saine et d'un mâle qui avait reçu tous les cinq jours, pendant un mois et demi, des doses progressives de toxine pyocyanique. Ce fait justifie l'opinion de ceux qui pensent que les maladies des parents, en particulier la syphilis dans l'espèce humaine, peuvent amener l'apparition, chez les enfants, de malformations variées. — M. **Féré** fait remarquer que ces malformations sont tout à fait analogues aux amputations congénitales qui sont dues à d'autres causes. — M. **Giard** estime que l'infection a pu modifier la cellule génératrice mâle, ce qui a amené un développement anormal de l'embryon. C'est un nouveau fait qui vient à l'encontre de la théorie de Weissmann. — M. **Curtis** (de Lille) envoie une note relative à la découverte d'un nouveau parasite, trouvé chez un homme, dans une tumeur qu'on croyait de nature myxomateuse. — M. **Giard** fait remarquer que ce parasite est analogue à celui qui produit les galles dans le règne végétal. — MM. **Langlois** et **Athanasiu** ont constaté que les sels de cadmium agissent sur le sang en colorant fortement le sérum et en facilitant la dialyse ; les sels de zinc n'ont pas cet effet. — MM. **Babinski** et **Zachariadès** apportent une importante contribution à l'étude de la pathogénie des névrites périphériques des membres inférieurs, par la relation détaillée de deux cas de paraplégie crurale par mal de Pott dorsal.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Novembre 1895.

Au début de la séance, M. Cailletet, président, rappelle la mort récente de M. Mouton. M. **Bouty** résume en quelques mots les travaux du défunt. M. **Mouton** a travaillé d'abord au Laboratoire de Physique de l'Ecole Normale, et quand la maladie l'a arrêté, il était Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris et sous-directeur du Laboratoire d'Enseignement de la Physique, fondé par M. Desains. Dans son premier travail, qui parut en 1876, il étudiait les oscillations des courants induits à circuit ouvert; il avait imaginé un appareil fort ingénieux qui lui permettait de mesurer des différences de potentiel variables à des intervalles de l'ordre de $\frac{1}{200.000}$ de seconde; il reconnut que l'amortissement des vibrations était faible, et que leur période était constante à partir de la deuxième; les périodes observées variaient entre 0 sec. 0001 et 0 sec. 00003. C'est le seul travail paru en France sur la question avant les recherches qu'ont suscitées les expériences de Hertz. M. Mouton s'est occupé ensuite de la chaleur rayonnante; il était certes à bonne école chez Desains, mais il introduisit dans ces recherches une précision qu'on ne connaissait pas encore ; il créa, pour étudier le spectre infra-rouge, une méthode qui a été continuellement appliquée depuis et qui lui permit de pousser jusqu'à la longueur d'onde 2,5 μ pour le spectre solaire. Il étendit aux rayons obscurs la vérification, faite par Jamin pour les rayons lumineux, des lois de la réflexion métallique ; il eut aussi l'occasion d'étudier la dispersion de double réfraction du quartz et ses travaux ont été utilisés depuis à maintes reprises, en particulier par M. Macé de Lépinay. Enfin M. Mouton a remarqué que, si l'on construisait la courbe des intensités dans le spectre en prenant pour abscisses, non pas les déviations dans un spectroscope quelconque, mais les déviations que donnerait un réseau, déviations qui sont proportionnelles à la longueur d'onde ; si, en d'autres termes, on étudiait la répartition de l'énergie dans le *spectre normal*, le maximum ne se trouverait plus dans l'infra-rouge, mais au voisinage de la raie D. Cette prévision a été vérifiée depuis par M. Langley, qui avait à son service les admirables réseaux de M. Rowland. Ces différents travaux ont été publiés pendant une période de quatre ans; depuis quinze ans, la maladie avait brusquement mis un terme à une carrière scientifique qui s'annonçait si brillante. — M. Poincaré résume en quelques mots un mémoire adressé par M. **Bandsept** sur un *brûleur-auto-mélangeur-atomiseur*. La chaleur de combustion du gaz est très mal utilisée dans les appareils actuels ; il conviendrait de mettre en présence des proportions de gaz et d'air répondant à la combinaison qui doit se produire ; il faut aussi que le mélange soit très intime, sans quoi diverses causes amènent une séparation. L'auteur atteint ce but par deux méthodes : soit en faisant passer les gaz par des chicanes nombreuses, soit en les brassant par de petits moulins à ailettes. L'épithète d'atomiseur indique la perfection du mélange obtenu. On arrive, par ce procédé, à produire, avec le gaz d'éclairage ordinaire, une flamme qui peut fondre des tubes de cuivre ; on peut aussi porter à l'incandescence des capuchons, tels que celui du bec Auer, avec 50 % d'économie. — M. **Violle** expose les recherches qu'il a exécutées avec M. **Vautier** sur la *propagation du son dans les tuyaux cylindriques*. Les expériences effectuées par les mêmes auteurs dès 1885, à Grenoble, avaient laissé subsister quelques desiderata. D'une part, la correction relative au diamètre du tuyau n'avait pu être introduite qu'en utilisant les résultats d'expériences de Regnault qui n'avaient point été faites dans ce but; d'autre part, on n'avait pas pu étudier les sons musicaux, à cause de la longueur trop grande des conduites utilisées et de leur peu de sonorité. La conduite utilisée appartient à l'égout construit pour l'épandage des eaux de la ville de Paris dans la plaine d'Achères ; les expériences ont été faites dans un segment rectiligne de 3 kilomètres de longueur ; la section est circulaire, et son diamètre est de 3 mètres. La note de ce tuyau est *ré*$_1$. Le tuyau est très sonore et par suite le son a une portée considérable ; c'est ainsi que la chute d'une goutte d'eau, pendant le calme de la nuit, s'entendrait très bien d'un bout à l'autre du tuyau. Dans les expériences de Grenoble, le son d'une grande flûte d'orgue de 16 pieds, qui donne *ut*$_1$, ne pouvait être *entendu* au delà de 6 kilomètres ; au delà, la perturbation ne se propageait plus que sous forme d'une poussée qui pouvait être même sensible sur la joue, mais l'oreille n'était plus impressionnée. Toute action observable cessait à une distance de 25 kilomètres, avec 1 réflexion. A Achères, au contraire, la poussée disparaît presque immédiatement comme à l'air libre, et le son se fait encore entendre à 23 kilomètres, après 7 réflexions, dont chacune équivaut à un trajet égal à la longueur du tuyau. Ces différences ont été cause que la plupart des préparatifs faits en vue des expériences se sont trouvés être inutiles. Toutefois on a pu procéder à de nombreuses inscriptions, mais le dé-

pouillement n'en étant pas complètement terminé, M. Violle n'indique que les résultats obtenus à l'aide de l'oreille seule. On a employé des instruments à vent : flûte de 16 pieds, donnant ut_{-1}, et d'autres flûtes donnant ut_1 et ut_4, des instruments de musique militaire, l'hélicon et les sarussophones qui donnent des notes aussi graves, puis des flûtes d'orchestre jusqu'à la petite flûte donnant le $ré_7^{\#}$ qui est la plus haute note utilisée dans les orchestres; on a ainsi une échelle s'étendant de 32 à 4.500 vibrations doubles par seconde. On s'est servi, en outre, du violoncelle, d'une cloche et de gongs prêtés par M. Mascart. On a pu étudier la portée des sons, le rôle du tuyau et la vitesse de propagation. 1° La portée d'un son va en diminuant quand la hauteur s'élève. Ainsi, pour ut_1, on observe 4 retours, ce qui correspond à 8 fois la longueur du tuyau, avec 2 réflexions; pour ut_2, 3 retours, et 5 réflexions; pour ut_3, 7 retours et 3 réflexions; pour ut_3, 1 retour et 1 réflexion, pour ut_4 et mi_4, de même; mais mi_4 n'est déjà plus guère au retour qu'un bruit, dont on ne saurait fixer la hauteur si on n'avait pas entendu le son initial; le résultat dépend d'ailleurs de la netteté de l'émission. Pour les sons plus élevés, on les produisait à des distances graduellement croissantes et on a ainsi déterminé les portées suivantes : fa_6, 2.600 mètres; $la_6^{\flat}$ 2.600 mètres; $ré_7^{\flat}$ 1800 mètres; à 200 mètres plus loin toute sensation auditive avait complètement disparu, 2° Dans les modifications qu'il produit, le tuyau joue le rôle d'un analyseur qui réalise une décomposition. Le son fondamental arrive d'abord, puis la série des harmoniques, en commençant par les plus élevées; l'harmonique 7 est presque toujours absente, soit que nous manquions de sensibilité dans la perception de ce son inusité, soit que les instruments de musique soient construits de façon à ne pas le produire. La décomposition commence à une certaine distance, 1.500 mètres environ pour ut_1 et elle va s'accentuant. Le tableau ci-joint indique les harmoniques que l'on entend au premier retour, lorsqu'un instrument a émis l'un des sons indiqués dans la première colonne; on verra que des sons peuvent être sensibles, comme harmoniques, à des distances où ils auraient depuis longtemps disparu comme sons simples; c'est ainsi que fa_4 revient comme harmonique de fa_2 émise par la basse.

	FLUTE DE GRAND ORGUE	VIOLONCELLE	SARRUSSOPHONE	BASSE EN *ut*	HÉLICON EN *fa*	PISTON EN *si* ♭
ut-1.	0					
la-1.			8.6.5.4.3			
ut_1.	0	8.6.5.4.3	6.5.4.3			
mi_1.			5.4.3			
fa_1.			5.4.3.2			
sol_1.				6.5.4.3.2		
ut_2.	0	4.3.2	3.2	6.5.4.3.2		
mi_2.				5.4.3.2		
fa_2.		3.2	2	4.3.2		
sol_2.					3.2	
la_2.				3.2		3.2
ut_3.		2			2	
$ré_3$.						2
sol_3.					0	0

Le nombre des harmoniques dépend de la nature de l'instrument; les sons voilés de la flûte d'orgue n'en donnent pas, tandis que les sons bien timbrés (violoncelle, basse en *ut*) en donnent un grand nombre; un sarussophone de M. Couesnon donnait souvent le dixième, l'hélicon, très souvent le neuvième et le huitième. Ce nombre va en diminuant quand la hauteur du son s'élève; c'est ainsi que la trompette et le piston cessent d'en donner à partir du sol_3, bien avant d'avoir atteint la limite aiguë de leur échelle. Si l'on enflamme, à l'origine de la conduite, un peu de cette poudre fusante composée de zinc et de chlorate de potasse que les photographes appellent poudre-éclair, il se produit un bruit fusant sourd, mais au retour le bruit est devenu plus fort qu'un coup de pistolet; ceci indique que le front de l'onde s'est rapidement redressé. La continuation de ce phénomène peut amener un déferlement et le son devient un bruit, puis l'onde cesse d'impressionner l'oreille. Cette destruction est, comme on l'a vu, beaucoup plus rapide pour les sons aigus que pour les sons graves; la différence ne tient d'ailleurs pas à leur variation d'intensité; les sons émis par un bon musicien ont sensiblement la même intensité physiologique. Ce résultat est d'accord avec une expérience vulgaire : en parlant d'une voix grave et basse, on se fait souvent mieux entendre à distance qu'en criant. Il y aurait intérêt à employer, pour les signaux acoustiques, des sons graves, au lieu des sons aigus en usage; dans les expériences, le son d'un sifflet n'a jamais été entendu au retour, pas plus que le son d'une cloche de 50 kilog donnant le la_3, tandis que le bruit des gongs, beaucoup moins intense, restait sensible au premier retour. 3° Les divers sons se propagent-ils avec la même vitesse? On n'a rien pu conclure de l'étude de deux sons émis simultanément; on n'a jamais remarqué non plus de rythme au retour, en exécutant à l'origine des batteries rapides composées de la succession de deux sons; ces résultats sont d'accord avec ceux de Biot. Mais le tuyau lui-même fournit un analyseur plus sensible; à part le son fondamental, que son intensité particulière ramène d'abord, les sons les plus élevés reviennent les premiers. La théorie indique d'ailleurs que le coefficient d'extinction est proportionnel à $\sqrt{n}$, n étant le nombre de vibrations par seconde, et le retard proportionnel à $\frac{1}{\sqrt{n}}$, c'est-à-dire que les sons aigus doivent aller plus vite et s'éteindre plus tôt que les sons graves. Les résultats relatifs à l'extinction et à la vitessse de propagation se trouvent donc d'accord avec la théorie. — M. Lamotte décrit les expériences de M. Lebedew sur les *ondes électriques*. L'auteur s'est préoccupé d'abaisser encore la limite des longueurs d'onde obtenues jusqu'ici; la production d'ondes très courtes présente en particulier cet intérêt qu'on peut réaliser des appareils analogues à ceux de l'optique, ayant des dimensions telles que la diffraction ne masque pas tous les phénomènes, ce qui était certainement le cas avec les ondes de plusieurs mètres qu'avait d'abord obtenues Hertz. M. Lebedew a opéré avec un excitateur du type de M. Righi : l'excitateur est constitué par deux fils de platine de $1^{mm}3$ de long sur $0^{mm}5$ de diamètre soudés dans des tubes de verre. Ces fils ne sont pas reliés métalliquement à la bobine, mais reçoivent leur charge par des étincelles. Le circuit comprend un condensateur et une résistance constituée par une colonne d'eau, qui supprime les oscillations étrangères. Les étincelles actives jaillissent suivant la ligne focale d'un miroir parabolique de 20 millimètres d'ouverture de 12 millimètres de hauteur. L'observation de l'étincelle, déjà fort délicate dans les expériences de M. Righi, ne peut être tentée ici. M. Lebedew utilise, comme l'avait déjà fait M. Klemencie, l'échauffement produit par l'absorption des radiations. Le résonateur est constitué par deux fils rectilignes auxquels sont fixés deux anneaux, l'un de fer, l'autre d'un alliage de nickel et de manganèse. Le dia-

mètre des anneaux est de 0mm3; ils sont soudés et font partie d'un couple thermo-électrique dont l'autre soudure est maintenue à température constante. C'est avec ces appareils que M. Lebedew répète les expériences de l'optique; tous les accessoires sont renfermés dans une boîte qui n'a pas 15 cm. sur 20 cm. Le prisme, qui pesait 600 kilos dans les expériences de Hertz, est ramené au poids de 2 grammes. Le point le plus intéressant de ces recherches est l'étude de la double réfraction. On a taillé dans un cristal naturel, deux prismes de soufre dont l'arête réfringente a 2 centimètres de long, le côté environ 1 centimètre et l'angle 25°. Dans l'un, l'arête est parallèle à la direction du maximum de pouvoir inducteur spécifique; dans l'autre, au minimum. Les indices observés sont respectivement 2,25 et 2,05. Les valeurs théoriques sont les racines carrées des pouvoirs inducteurs spécifiques; les expériences de Boltzmann ont donné 2.18 et 1.95. M. Lebedew réalise aussi un nicol en taillant un parallélipipède de soufre, le coupant en deux et interposant une lame d'ébonite entre les deux parties. Il répète également les expériences de polarisation chromatique et circulaire, avec une lame de soufre quart d'onde, mais on ne peut utiliser des épaisseurs plus fortes à cause de l'absorption. Dans ces expériences, les longueurs d'onde couramment employées ne dépassent pas 6 millimètres; un des appareils permet de descendre jusqu'à 3 millimètres, mais les effets observés deviennent extrêmement faibles. Ces longueurs d'onde sont seulement cent fois plus grandes que celles que Langley a décelées dans le spectre solaire à l'aide du bolomètre.

C. Raveau.

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS

Séance du 9 Novembre 1895.

M. L. Franchet : Sur le calcaire réniforme de Villejuif. — **M. Bioche** : Observations relatives aux glaciers du Val de Bagnes — **M. Fouret** : Méthode nouvelle pour l'extraction des racines.

Séance du 23 Novembre 1895.

M. Hua signale la découverte à Konakry par M. Dybowski d'un *Euadenia* nouveau, qu'il décrit sous le nom de *E. major*. — **M. Henneguy** présente un mémoire de M. Thélohan sur les Myxosporidés.

Ch. Bioche.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Mémoires récemment présentés : **M. Bowden** : *Sur un effet électromagnétique.* Un long tube de verre contenant du mercure, et sur lequel on a implanté un petit tube pour indiquer la pression hydrostatique, passe entre les pôles d'un électro-aimant. En faisant passer dans le mercure un courant de 30 ampères, et en disposant le petit tube de façon qu'il indique successivement la pression dans le sens des lignes de force du champ, ou dans le sens perpendiculaire, on observe des mouvements du niveau du mercure dans ce tube. Quand il est perpendiculaire aux lignes de force du champ, le mercure monte ou baisse suivant le sens du courant. Mais, quand le petit tube est parallèle aux lignes de force du champ, le mercure monte toujours, quelle que soit la direction du courant. — **M. S. P. Thompson** dit qu'il semble y avoir là trois effets inexpliqués : l'un proportionel au courant et au champ et réversible; un autre, indépendant de la direction du courant du champ; et un troisième, qui ne se produit que quand le courant change d'intensité. Il pourrait y avoir un quatrième effet qui n'a pas été signalé encore : le mouvement du mercure, dans la première expérience de M. Bowden, est en sens opposé du mouvement d'un radeau mobile sur un conducteur transportant le courant. Un accroissement apparent de pression pourrait être dû à une diminution de la densité du mercure, produite par la chaleur dégagée par le courant. — **M. Rhodes** : « La réaction de l'armature dans les machines à courants alternatifs à une phase. » **M. Blakesley** discute les conclusions de l'auteur. — **M. Shelford Bidwell** : « Les propriétés électriques du sélénium. » L'auteur montre que : 1° La conductibilité du sélénium cristallisé semble tenir surtout aux impuretés dues à la formation de séléniures métalliques. Il se peut que les séléniures aient une conductibilité électrolytique, et que l'influence de la lumière, qui accroît la conductibilité, tienne à la propriété de faciliter la combinaison du séléniure avec les métaux qui sont en contact avec lui. 2° Une pile à sélénium, à électrodes de platine, et faite avec du sélénium auquel on a ajouté 3 °/₀ de séléniure de cuivre, est bien supérieure, au double point de vue de la conductibilité et de la sensibilité, à une pile à sélénium ordinaire. 3° Le sélénium rouge, au contact du cuivre ou du laiton, noircit rapidement à la lumière, à cause sans doute de la formation d'un séléniure. 4° Le sélénium cristallisé est poreux et absorbe l'humidité de l'air; cette humidité est la cause de la polarisation du sélénium après le passage du courant. 5° La présence de l'humidité n'est pas essentielle pour la sensibilité, mais elle semble, à un faible degré, lui être favorable. 6° Si l'on prend du séléniure de cuivre pour cathode dans une pile hydro-électrique, et une bande de platine plongeant dans l'eau pour anode, du sélénium rouge, mêlé à des parcelles détachées du séléniure, se dépose dans l'eau. 7° Les courants photo-électriques, produits quand la lumière tombe sur le sélénium, dépendent de la présence de l'humidité et ont sans aucun doute une origine voltaïque. 8° Le sélénium parfaitement sec est au-dessous du platine dans la série thermo-électrique. — **M. Minchin** émet l'idée que la *pile* à sélénium pourrait être appelée une *résistance* à sélénium. Une grille ayant une de ses extrémités faite d'aluminium et l'autre de cuivre peut former une véritable pile, et engendrer une force électro-motrice quand la lumière tombe sur elle; il voudrait savoir si l'auteur a trouvé une pile, telle que la lumière, en y tombant purement et simplement, engendre une f.é.m. Lui-même ne croit pas qu'une action chimique soit nécessairement provoquée par l'action de la lumière sur la pile. — **M. Appleyard** demande si l'auteur a soumis les résistances de sélénium à l'action des oscillations électriques.

Séance du 25 Octobre 1895.

M. Hunt : « Sur le développement des fonctions arbitraires. » — **M. Lanchester** : « Le curseur radical, nouvelle addition à la règle à calcul. » Ce perfectionnement permet de calculer avec les règles des exponentielles à exposants fractionnaires.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances

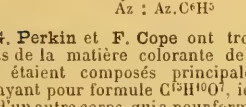
MM. Raphaël Meldola F. R. S. et **William Streatfeild** ont préparé le dibromonitronaphtalène $C^{10}H^5BrAzO^2Br$ (1 : 2 : 4.) qu'ils ont converti en dibromo-β-naphtylamine correspondante dont ils ont fait le dérivé acétylé. Si l'on diazote la dibromo-β-naphtylamine en présence d'un excès d'acide minéral, et si l'on fait bouillir la solution aqueuse du diazo, le groupe AzH^2 n'est pas remplacé par l'hydroxyle, comme c'est le cas dans la réaction de Griess, mais le brome est remplacé et il se forme un diazoxyde suivant l'équation :

$$C^{10}H^4Br\left\langle\begin{matrix}Br\\ Az^2O\\ H\end{matrix}\right. \longrightarrow C^{10}H^4Br\left\langle\begin{matrix}O\\ Az^2\end{matrix}\right. + HBr$$

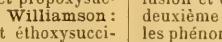
Le diazoxyde a la constitution suivante :

$$O : Az^2 : Br = 1 : 2 : 4.$$

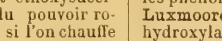
La chlorobromo-β-naphtylamine $C^{10}H^5ClAzH^2Br$ a été également obtenue ainsi que ses composés acétylés et benzoylés. — **M. J. Wallace Walker**, en faisant réagir les iodures alcooliques sur le sel d'argent anhydre, a obtenu les éthers sels méthylique, éthylique et propylique de l'acide lactique actif. Les sels bromopropioniques correspondants aux éthers lactiques sont préparés au moyen du pentabromure de phosphore. Pour ces deux séries de sels, on remarque une différence constante dans le pouvoir rotatoire; elle est de 5°,5 dans le premier, et de 14°,2 dans le second cas, pour les deux membres de la série les plus voisins. Les éthers chloropropioniques, préparés par l'action du pentachlorure de phosphore sur l'acide lactique, possèdent un degré d'activité optique très élevé et les valeurs trouvées sont plus fortes que celles données par Le Bel, Walden, Frankland et Henderson pour quelques-uns de ces corps. Les résultats obtenus ne concordent pas avec la loi de Guye. — **M. Charles Mills**, étendant la réaction de Baeyer pour la préparation de l'azobenzène au moyen de l'action du nitrosobenzène sur une amine en solution acétique, a pu préparer les corps suivants: m. acétylamidoazobenzène; diparadiphényldisazophénylène; parabenzène azotoluène; chlorure de p. benzène azotoluène sulfonique; p. benzène azo o. acétotoluide; benzène o. azo o. acétotoluide; m. amidobenzène, o. azotoluène. — **MM. Bedford** et **A. G. Perkin** présentent le résultat de leurs recherches sur quelques dérivés de la maclurine $C^{13}H^{10}O^6$ et s'étendent spécialement sur la benzène azomaclurine à laquelle ils attribuent la formule suivante :



MM. A. G. Perkin et **F. Cope** ont trouvé que les constituants de la matière colorante de l'*Artocarpus integrifolia* étaient composés principalement d'une substance ayant pour formule $C^{13}H^{10}O^7$, identique à la morine, et d'un autre corps, qui a pour formule $C^{13}H^{12}O^6$, qu'ils appellent cyanomaclurine. — **MM. Purdie, F. R. S.** et **H. W. Bolam** continuent leurs recherches sur les propriétés optiques des acides méthoxy et propoxysuccinique. — **MM. Purdie, F. R. S.** et **S. Williamson**: Sur les éthers-sels des acides méthoxy et éthoxysuccinique actifs, étudiés au point de vue du pouvoir rotatoire. — **M. E. Sonstadt** a trouvé que, si l'on chauffe du chlorure de platine sec avec du mercure, la réaction est différente suivant les proportions de mercure employées et a lieu suivant les équations :

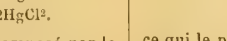


$$1)\ 2KCl.PtCl^4+4Hg=2KCl+Pt+4HgCl$$



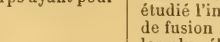
$$2)\ 2KCl.PtCl^4+2Hg=2KCl+Pt+2HgCl^2.$$

Le chlorure d'argent sec n'est pas décomposé par le mercure même à une température élevée ni lorsqu'il est mélangé ou combiné avec un sel de platine. — **M. A. G. Perkin**, par l'action de l'iodure de méthyle sur l'acide β-résorcylique, a obtenu un corps ayant pour constitution :



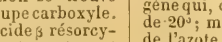
$$C^6H^3Me(OMe).OH.COOMe.$$

Il est probable que le groupe hydroxyle dans l'acide β résorcylique qui résiste à la méthylation se trouve être en position ortho par rapport au groupe carboxyle. L'iodure d'éthyle donne, avec le même acide β résorcylique, un corps insoluble dans les alcalis et contenant seulement deux groupes éthoxy. Il a pour formule :



$$C^6H^3(OEt)(OH)COOEt.$$

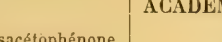
L'action de l'iodure de méthyle sur la résacétophénone donne comme principal produit :



$$C^6H^2(OMe)Me.(OH)COOCH^3$$

insoluble dans les alcalis. L'insolubilité de ces corps qui, très vraisemblablement contiennent un groupe hydroxyle libre, est due sans doute à ce que l'oxygène de ce dernier a pris les propriétés cétoniques; on pourrait donc donner à ces substances la constitution :

Le même auteur a pu obtenir également la gallacétophénone oxime :



$$C^6H^2(OH)^3C : AzOH.CH^3$$

et la quinacétophénone oxime :

$$C^6H^3(OH)^2C : AzOH.CH^3$$

M. A. Glendinning a remarqué que le pouvoir réducteur exercé par la maltose sur les solutions cuivriques a une valeur différente suivant que l'on a employé, pour la préparation de la liqueur de Fehling, de la potasse ou de la soude. Suivant les conditions de l'expérience le pouvoir réducteur de la maltose serait : avec la soude : $K_{2'86} = 61$, avec la potasse $K_{2'86} = 64$. — **MM. Ruhemann** et **J. P. Orton** ont étudié l'action de l'ammoniaque, de l'aydrazine et de la phénylhydrazine sur la dibromomalonamide. L'ammoniaque fournit la diaminomalonamide :

$$C(AzH^2)^2(COAzH^2)^2$$

L'hydrazine et la phénylhydrazine fournissent l'hydrazone et la phénylhydrazone correspondantes de la malonamide. L'acide nitrique donne un corps nitré; par réduction on a l'acide aminomalonique. — **M. Chikashigé** publie une note sur le perchlorate mercurique :

$$Hg(ClO^4)^2 6H^2O,$$

et le perchlorate mercureux :

$$(HgClO^4)^2 4H^2O;$$

le premier de ces sels présente à 400° le phénomène le fusion et d'ébullition sans subir de décomposition; de deuxième n'est pas décomposé, mais ne présente pas les phénomènes de fusion ni d'ébullition. — **M. C. M. Luxmoore** a préparé le dihydrobromure d'éthylène hydroxylamine en chauffant le bromure d'éthylène avec une solution méthylique d'hydroxylamine auquel il attribue la formule :

$$\begin{array}{l} CH^2.O-AzH^2HBr \\ | \\ CH^2.O-AzH^2HBr \end{array}$$

ce qui le porte à croire que la formule de l'hydroxylamine correspond au groupement $O = AzH^3$. Le même auteur donne un compte rendu de ses recherches sur l'isomérie présumée du nitroso-sulfate de potasse. — **MM. C. T. Heycock F. R. S.** et **F. H. Neville** ont étudié l'influence de différents gaz sur la température de fusion de l'or et de l'argent. Les points de fusion les plus élevés et les plus constants ont été ceux observés en présence de l'hydrogène et du gaz d'éclairage. Ils relatent l'action exercée par la présence de l'oxygène qui, dans les cas extrêmes, produit un abaissement de 20°; mais cette action peut-être atténuée par l'action de l'azote ou de l'hydrogène.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Octobre 1895.

1° Sciences mathématiques. — **M. J. de Vries** : « Sur une classe de fonctions entières. » En désignant par Y_n la fonction de y dont les zéros sont données par la

formule $2\cos\frac{2k}{2n+1}\pi$ $(k = 1, 2, \ldots n)$, l'auteur démontre que la suite des fonctions de Sturm de l'équation $Y_n = 0$ est formée par les fonctions

$$Y_k \quad (k = n, n-1, \ldots 2, 1).$$

La fonction Y_n satisfait à l'équation connue

$$Y_n - y\,Y_{n-1} + Y_{n-2} = 0.$$

Ensuite l'auteur fait voir que la fonction la plus générale qui vérifie cette équation, peut être représentée par $(ay + b)\,Q_{n-1} - c\,Q_{n-2}$; ici Q_n s'évanouit pour

$$y = 2\cos\frac{k}{n+1}\pi \quad (k = 1, 2, \ldots n).$$

Cette solution générale comprend aussi les fonctions U_n et V_n dont les racines sont $2\cos\frac{2k+1}{2n+1}\pi$ et $2\cos\frac{2k+1}{2n}\pi$ $(k = 0, 1, \ldots n-1)$. Enfin l'auteur trouve que, pour les fonctions Q_n, U_n, V_n la suite des fonctions de Sturm se forme de la même manière que pour Y_n. La note se termine par quelques relations entre des produits de cosinus de la forme $\cos\frac{m}{n}\pi$.

— Rapport de MM. W. Kapteyn et P. H. Schoute sur le mémoire de M. **J.-C. Kluyver**, intitulé : « Sur une surface minima à connexion double. » L'auteur s'occupe du problème de la surface minima par laquelle on puisse joindre l'une à l'autre deux faces parallèles d'un parallélépipède droit. Il trouve que la surface n'est possible qu'autant que la distance des deux rectangles à dimensions données ne surpasse pas une certaine limite; si la distance des deux rectangles est inférieure à cette limite, il y a deux solutions. Ensuite il aborde la question : laquelle de ces deux solutions forme le minimum analytique, à l'aide du raisonnement géométrique dont se sont servis Moigno et M. Lindelöf dans la distinction entre les deux caténoïdes du problème analogue des circonférences de cercle. Enfin l'auteur étudie la surface trouvée et ses dégénérations.

2° Sciences physiques. — M. H. Kamerlingh Onnes communique les mesures de M. **P. Zeeman** sur l'absorption des vibrations électriques dans les électrolytes, mesures suggérées par M. Cohn, de Strasbourg, et exécutées au Laboratoire de Physique de Leyde. L'excitateur employé était celui de M. Blondlot. Suivant le principe de Bjerknes, on fait parcourir aux vibrations deux fils parallèles, d'une longueur de 60 mètres. Ces fils se prolongent dans un bassin qui contient la solution diluée. L'énergie dans l'électrolyte, mesurée d'après la méthode de M. Cohn, par de petites bouteilles de Leyde qui peuvent glisser le long des deux fils de l'appareil, est communiquée à un bolomètre. Les résultats provisoires sont : 1° En parcourant l'électrolyte, l'énergie des vibrations diminue selon la loi logarithmique. 2° Pour des vibrations de 6,5 mètres de longueur d'onde, parcourent une solution de chlorure de soude d'une conductibilité $\lambda = 3200.\ 10^{-10}$ en unités mercurielles, l'énergie est devenue la moitié de l'énergie initiale en passant par une couche de 5,7 centimètres d'épaisseur. — Ensuite M. Onnes présente une communication de M. **H. J. Oosting** intitulée : « Recherches stroboscopiques et photographie intermittente des vibrations forcées de fils tendus de caoutchouc. » Elle fait suite à une communication précédente (*Rev. gén. des Sc.* tome VI, p. 296). — M. H. A. Lorentz présente un mémoire de M. **A. Smits** : « Description d'un micromanomètre. » Un tube en forme de U est placé verticalement; à la partie supérieure les deux parties du tube se terminent en des vases plus larges, tandis qu'au milieu courbé le tube est étroit. Ainsi, si D et d représentent les sections, le déplacement des parties ouvertes est mesuré à la partie courbée par un déplacement $\frac{D}{d}$ fois plus grand. Ce tube doit être rempli de deux liquides dont l'un n'est presque pas soluble dans l'autre et qui admettent une surface de séparation bien distincte. Le choix de ces deux liquides forme la difficulté du problème. Pour que le manomètre fût à même de fonctionner dans le vide, l'un des deux liquides employés était l'eau, si facile à isoler à l'aide d'une couche d'huile; l'autre des liquides, l'aniline, satisfait aux trois conditions suivantes : 1° il ne surpasse l'eau en poids spécifique que d'une quantité minime, 2° il forme avec l'eau un ménisque convexe distinct, 3° il ne cohère pas aux parois du tube, etc. A l'aide de cet instrument dont la sensibilité surpasse 41,6 fois celle du manomètre ordinaire à l'eau, on atteint sans peine une exactitude de $\frac{1}{4000}$ millimètre de mercure.

3° Sciences naturelles. — A l'aide d'un examen de quarante espèces de fossiles tertiaires des îles Philippines, recueillies par C. Semper et placées dans le Musée géologique de Leyde, M. **K. Martin** prouve l'existence de formations éocènes sur Luçon, Cébu et probablement sur Mindanao, de formations néo-éocènes sur Luçon et Cébu, des formations pliocènes sur Mindanao, et probablement sur Luçon et Samar, de formations quaternaires sur Luçon, Samar et Cébu. Ces couches correspondent donc aux derniers sédiments de Java; même à la période néo-éocène, les îles Philippines et l'Archipel indien faisaient partie d'une région à même faune marine — M. C. A. Penelhamig présente un mémoire de M. **W. Koster Gzu** intitulé : « Le point de rotation de l'œil. » Sont nommés rapporteurs : MM. Th. Place et H. Kamerlingh Onnes.

P.-H. Schoute.

CORRESPONDANCE

M. P. Marguerite-Delacharlonny, à l'occasion des expériences de Hannay et Hogarth, citées dans la *Revue* du 30 août dernier [1], nous écrit que, dès 1886, il avait observé que certains solides dissous dans les liquides les suivent, lors de l'évaporation, sous la forme de molécules gazeuses.

Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences le 6 décembre 1886 [2], M. Marguerite-Delacharlonny relate les expériences que voici :

Des dissolutions d'acide sulfurique, de soude, de sulfate ferrique, de carbonate de potasse furent exposées à une température de 65 à 70°; au bout de quelques heures des papiers réactifs témoignaient tous de la présence des corps dissous dans la vapeur qui s'élevait de la dissolution. La même expérience, répétée à la température ordinaire, donna des résultats identiques.

Les expériences relatées dans l'article de la *Revue* du 30 août dernier étaient relatives à l'évaporation *au delà* du *point critique*.

[1] Voyez, dans le numéro du 30 août 1895, la Revue annuelle de Chimie pure, page 781, deuxième colonne.

[2] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome CIII, page 1128.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

6e ANNÉE N° 24 30 DÉCEMBRE 1895

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LETTRE SUR L'ÉNERGÉTIQUE

Monsieur le Directeur,

C'est avec le plus grand plaisir que j'ai lu, dans le numéro du 15 décembre de votre *Revue*, l'article de M. Brillouin. Rencontrer un adversaire aussi fin, aussi courtois est toujours agréable. Mais c'est, je l'avoue, un effet de contraste qui m'a fait particulièrement remarquer et apprécier dans cet écrit la bienveillance et l'urbanité, l'esprit de justice, l'absence complète de parti pris, toutes qualités qui honorent l'écrivain et sont les conditions essentielles d'une discussion scientifique réellement fructueuse.

J'ai été particulièrement heureux de constater que M. Brillouin n'a pas méconnu le sentiment sérieux, la sincérité dans la recherche de la vérité, qui m'a inspiré. Aussi vous prierai-je, Monsieur le Directeur, de me laisser citer en note un passage de mon manuscrit que vous aviez cru pouvoir supprimer, dans la conviction qu'il ne pouvait y avoir méprise sur mes intentions[1]. Le lecteur se persuadera ainsi qu'en dépit d'un titre dont je ne suis pas responsable, mon honorable contradicteur ne s'est pas trompé sur mes sentiments.

Cela dit, j'arrive au fait.

I

Les éléments subsistent-ils dans les combinaisons chimiques? Sur ce terrain, M. Brillouin me combat avec mes propres armes. L'existence des propriétés additives est, dit-il, une preuve de la persistance des éléments. Mais ne puis-je retourner l'arme contre lui? En dehors de la masse, il n'y a pas de propriétés additives, au sens strict du mot. Toutes les autres propriétés qui portent ce nom ne sont additives qu'approximativement. Dans tout le vaste domaine de la Stœchiométrie, je n'en connais, en fait, pas une seule qui soit indépendante de la constitution chimique. Si l'on parle en ce sens de la conservation de la matière, il faut ajouter qu'il s'agit seulement d'une image grossière, dont les traits s'écartent partout de la réalité qu'elle veut représenter.

II

En ce qui concerne la théorie de l'éther élastique, je suis bien éloigné de nier les grands services rendus à la science par les savants qui

[1] Ce passage était le suivant :

« Mon entreprise, je le reconnais, va me mettre en contradiction avec des hommes qui ont beaucoup mérité de la science et vers lesquels nous levons les yeux avec admiration. Qu'ils n'aillent pas pourtant me taxer de présomption! Est-ce présomption quand le matelot en vigie crie : « Brisants en proue! » et détourne ainsi de sa route le grand navire à bord duquel il n'est qu'un modeste serviteur? Non, car son devoir est d'annoncer ce qu'il voit. Au même titre, je m'acquitte ici d'un devoir. Moi aussi, je crie : « Brisants en proue! » mais personne n'est tenu de changer à ce simple cri sa route scientifique : que chacun seulement se rende compte si mes yeux ont vu une réalité ou un mirage trompeur. Ma vocation, en me conduisant vers certaines branches de la science, m'a permis d'apercevoir divers phénomènes plus clairement qu'ils n'apparaissaient à d'autres points de vue; je croirais manquer si je renonçais, pour des raisons étrangères à la science, à dire ce que j'ai vu. »

l'ont adoptée. Mais, entre les mains de Newton, son auteur, la théorie de l'émission n'a-t-elle pas donné des résultats, ne fût-ce que l'explication des anneaux colorés, à laquelle un siècle et demi n'ont pu rien ajouter? La considérons-nous d'aprés cela comme exacte ou même comme utile? Toute hypothèse qui représente certaines parties de la Nature, même sous un côté restreint, peut conduire à des découvertes précisément de ce côté. Avons-nous le droit d'en conclure qu'elle est démontrée?

Mon éminent contradicteur juge que la question de la stabilité de l'éther n'est pas résolue, par cela seul qu'on se borne aux équations différentielles. Sans doute; mais, pour moi, la question de savoir s'il peut exister un éther stable me paraît tranchée, du moment qu'on sait, en somme, se passer de l'éther. La théorie optique de l'avenir ne connaîtra dans l'espace que l'énergie, dont la densité sera une fonction périodique du temps et des coordonnées, et cette fonction exprimera tout ce que nous savons des propriétés physiques de la lumière. Comment, en effet, ne pas reconnaître que les difficultés de la théorie élastique résident en ce que cette hypothèse, à côté des éléments utiles, indispensables, en introduit d'autres qui ont été déterminés par la nature non de la lumière, mais du véhicule supposé des phénomènes lumineux. Tel est précisément le reproche qu'encourent toutes les théories mécaniques : elles renferment trop ou trop peu de paramètres, et, par suite, amènent des difficultés qui tiennent, non pas au *fait*, mais à son *symbole*[1].

III

J'en dirai presque autant de la théorie cinétique des gaz. Je m'empresse de reconnaître avec quelle ingéniosité Maxwell et Clausius ont su rendre l'image conforme à la réalité, au point de pouvoir établir *à priori*, *avant* toute expérience, les relations entre la diffusion, le frottement interne et la conductibilité calorifique. Quel triomphe! Mais aussi quelle stérilité après ce premier fruit! Que contiennent depuis de longues années les travaux sur ce sujet? Une extension de nos connaissances sur les propriétés physiques des gaz? Non pas, mais seulement l'examen des fondements théoriques de l'hypothèse. Vienne l'hypothèse à être reconnue insuffisante, — la chose est possible, de l'aveu même de ses partisans, — et tout ce travail aura été fait en pure perte.

Je crois utile de dire ici ce qui éveilla en premier lieu ma défiance à l'égard de la théorie cinétique. Elle n'a pas prévu les lois de Van t'Hoff relatives aux solutions, lois dont on ne saurait exagérer l'importance; plus encore, elle s'est trouvée dans l'impuissance d'établir ces lois, même une fois connues, à l'aide d'hypothèses tant soit peu plausibles. Mais, quand on a voulu tirer de cette impuissance un argument contre les propositions de Van t'Hoff, quand on a voulu nier des faits, parce qu'ils n'étaient pas d'accord avec la théorie, je devais me dire : Cette théorie est plus qu'inutile : elle est nuisible. Et, qui pourrait dire combien de fois nous avons laissé de côté des faits importants, parce qu'ils ne cadraient pas avec l'hypothèse que nous nous étions forgée sur une question douteuse!

IV

Reste le grave problème de la subjectivité de toutes nos connaissances. M. Brillouin pense que nous ne pouvons nous passer de symboles : je suis dans un certain sens de son avis. Mais nous avons bien le droit, le devoir même de choisir les symboles qui répondent le mieux possible à notre but. L'Énergétique, elle aussi, imagine des symboles; mais seulement, à la différence de la science antérieure, elle apporte un soin scrupuleux *à ce que ses symboles ne contiennent rien de plus, rien de moins que les faits à représenter.*

J'ai insisté déjà sur ce que les théories mécaniques usuelles ne satisfont pas à cette condition; et j'ai des raisons de croire que, par essence même, elles ne peuvent jamais y satisfaire. Il m'est malheureusement impossible d'exposer ici ces raisons avec tout le développement nécessaire; mais je puis en indiquer la tendance. Comme on le sait, on distingue, depuis Hamilton, deux espèces de grandeurs physiques : les *scalaires* et les *vecteurs*. Ces deux espèces de grandeurs sont de nature essentiellement différente, et l'on ne peut jamais représenter l'une par l'autre. Je suis persuadé qu'il existe un plus grand nombre de grandeurs d'essence différente; et je me crois fondé à admettre

[1] Il semble piquant de rapprocher de ce passage cette remarque que notre illustre collaborateur M. H. Poincaré exprimait, il y a plusieurs années, dans la préface d'un de ses ouvrages :

« La théorie des ondulations repose sur une hypothèse moléculaire; pour les uns, qui croient découvrir ainsi la cause sous la loi, c'est un avantage; pour les autres, c'est une raison de méfiance; mais cette méfiance me paraît aussi peu justifiée que l'*illusion* des premiers.

« Ces hypothèses ne jouent qu'un rôle secondaire. *J'aurais pu les sacrifier;* je ne l'ai pas fait parce que l'exposition y aurait perdu en clarté, mais cette raison *seule* m'en a empêché.

« En effet, je n'emprunte aux hypothèses moléculaires que deux choses : le principe de la conservation de l'énergie et la forme linéaire des équations, qui est la loi générale des petits mouvements, comme de toutes les petites variations.

« C'est ce qui explique pourquoi la plupart des conclusions de Fresnel subsistent sans changement quand on adopte la théorie électromagnétique de la lumière..... »

Voyez : H. Poincaré, *Théorie mathématique de la Lumière*, tome I, Préface. G. Carré, Paris, 1889.

(Note de la Direction.)

que les diverses formes de l'énergie sont caractérisées toutes par des grandeurs possédant une telle individualité. Que cela soit confirmé, et le fait que jusqu'à présent la Mécanique n'a pu donner une image complète de la Nature, apparaîtra comme une *nécessité*. Une telle notion serait aussi précieuse pour la science que l'a été, en son temps, la notion de l'individualité des éléments chimiques, et les modernes adeptes des théories mécaniques, en prétendant ramener toutes les formes de l'énergie à l'énergie mécanique, ne feraient pas œuvre utile plus que les alchimistes cherchant à transmuter le plomb en or. Que, dans un pareil labeur, on ait fait toutes sortes de trouvailles intéressantes autant qu'inattendues, ce n'est qu'une ressemblance de plus avec l'activité, souvent féconde, de ces chercheurs opiniâtres.

Mais, dira mon adversaire, il n'est pas démontré que les choses se passent ainsi. Sans doute; seulement, du moment qu'elles peuvent se passer ainsi, c'est une raison suffisante pour examiner si cette méthode discutable est la seule qui puisse faire progresser la science. De fait, il en existe une autre moins hypothétique : la méthode de l'Énergétique. Pourquoi s'engager dans une voie incertaine, quand il en est une plus sûre ?

En terminant ces remarques, j'éprouve, si je ne m'abuse, le même sentiment qu'a éprouvé mon honorable adversaire : notre divergence d'opinion n'est déjà pas si grande. Pendant dix années j'ai cherché sans succès à édifier une théorie mécanique des affinités chimiques, et je me suis convaincu que c'est seulement dès qu'on a renoncé à toute analogie mécanique qu'on peut trouver des résultats de quelque utilité. Il est clair que mon adversaire n'a pas passé par semblable épreuve : il a conservé une certaine tendresse pour la Mécanique. En ce qui me concerne donc, je crois remplir mon devoir scientifique en détournant mes collaborateurs des chemins qui, s'ils ne les conduisent à l'erreur, les entraîneraient sûrement à de longs détours.

W. Ostwald,
Professeur de Chimie physique
à l'Université de Leipzig.

LE FACTEUR THERMIQUE DE L'ÉVOLUTION

« Nos formules et nos théorèmes les plus remarquables sont bien moins utiles en eux-mêmes que cette sorte de métaphysique qui les éclaire et les domine. » POINSOT.

Deux premières études [1] sur la science de la chaleur ont été consacrées à l'exposé de ses lois et notions fondamentales, restées jusqu'ici dans l'ombre. Dans cette troisième et dernière étude, nous avons à rattacher à ces bases nouvelles les résultats généraux que la Thermodynamique ne permet d'atteindre qu'indirectement.

Ce sera l'occasion, en établissant la notion d'entropie totale et formulant les lois de ses variations, d'éclaircir les formules, d'ailleurs bien connues, qui traduisent ces résultats, et de mettre en relief leur signification physique.

Ce sera aussi l'occasion d'esquisser le rôle que joue l'entropie dans les phénomènes d'ordre physique, et de démontrer comment la considération de cette quantité fournit le moyen de préciser, sur un point essentiel, la doctrine de l'évolution. Le lecteur saisira bien la portée du sujet s'il se reporte, au préalable, au livre des *Premiers Principes*, d'Herbert Spencer, ouvrage considérable dans lequel, réserve faite des hypothèses cinétiques de l'illustre philosophe, la doctrine en question se trouve exposée sous la forme la plus scientifique que comporte l'état actuel de nos connaissances en Physique et en Biologie.

I. — Entropie totale

L'entropie n'a été définie, dans les études susmentionnées, que pour les corps homogènes, de température et de pression uniformes. Cependant nous avions cité un exemple où l'on peut mesurer la variation d'entropie d'un corps formé de deux gaz différents, oxygène et hydrogène. Rien ne nous aurait empêché, d'ailleurs, de supposer ces deux gaz primitivement à des températures et à des pressions initiales différentes, à condition, avant de les combiner, de les amener, par une opération réversible, à avoir la même température et la même pression.

On peut généraliser cette observation, et définir la différence d'entropie de deux états A et B d'un système hétérogène, composé de corps de nature chimique différente, à des pressions, températures, tensions électriques différentes, de la même manière qu'on définit la variation d'entropie d'un corps uniforme, c'est-à-dire par une mesure calorimétrique effectuée par voie réversible, le système passant par une transformation réversible de l'état A à l'état B. La réversibilité doit être ici le caractère, non seulement des opérations qui s'accomplissent entre le système et le calorimètre, mais encore de celles qui s'accomplissent exclusivement

[1] Voyez *Revue* du 30 Octobre et du 30 Novembre 1895.

à l'intérieur du système. Par exemple, pour amener les éléments du système à la même pression, il faut, à l'aide d'une force extérieure qui accomplit ou dépense du travail, laisser les détentes et les compressions s'opérer lentement (afin d'éviter une transformation de force vive en chaleur), et sans que les éléments à des températures différentes puissent échanger de la chaleur. Si des échanges de chaleur ont ensuite lieu à l'intérieur du système, il faut que ce soit à l'aide d'une machine de Carnot fonctionnant réversiblement, comme c'est la condition pour les échanges de chaleur entre les différentes parties du système et le calorimètre.

Grâce à ces conditions, la loi fondamentale sur la réversibilité est applicable, et, quelle que soit l'opération réversible accomplie, la quantité de chaleur cédée ou empruntée au calorimètre reste toujours la même : elle ne dépend que des états A et B. Elle est, par définition, la mesure de la variation d'entropie du système.

Propriété additive de l'entropie. — Il y a entre la variation d'entropie d'un système et la variation d'entropie de ses éléments — au moins quand ceux-ci sont chimiquement libres [1] — une relation simple qui achève de caractériser la nouvelle grandeur.

A ce point de vue, il est indispensable de distinguer deux types fondamentaux de systèmes. En premier lieu viennent les systèmes *hétérogènes* proprement dits. Ce sont ceux dont les éléments homogènes (corps à un état thermique, physique, électrique et chimique uniformes) occupent chacun un lieu distinct de l'espace, et ne sont, par conséquent, ni diffusés les uns dans les autres, ni combinés les uns aux autres. Citons comme exemple le système vapeur et eau, le carbonate de chaux dissocié, etc.

En second lieu viennent les systèmes *homogènes*, dont toutes les parties sont exactement au même état, et ne présentent entre elles aucune différence à quelque point de vue que ce soit. Ces systèmes sont chimiquement décomposables en éléments homogènes de nature chimique distincte ou non, éléments dont la masse totale, à l'état libre, est, d'après la loi de Lavoisier, égale à la masse même du système. Ce sont donc des systèmes dont les éléments occupent le même lieu de l'espace, soit par dissolution ou diffusion, soit par combinaison. Citons, comme exemple, tous les corps composés, et aussi les vapeurs des corps simples polyatomiques (hydrogène, phosphore, etc.).

Dans les systèmes hétérogènes, il faut encore distinguer deux types de systèmes : les *systèmes physiques*, ou systèmes dont les éléments ont des masses invariables, quoiqu'ils puissent eux-mêmes subir des transformations chimiques, et les *systèmes chimiques*, ou systèmes dont les éléments ont des masses variables, mais se transforment les uns dans les autres.

Si les éléments des systèmes physiques ne peuvent échanger leur masse, ils peuvent échanger de la chaleur, de l'électricité. Leur volume, leur pression, leur température, leur entropie, etc., peut varier, soit par l'effet de leurs actions et réactions mutuelles, soit par l'effet d'actions du dehors.

Quand, par suite des changements que provoquent les causes intérieures et extérieures, un système physique passe d'un état A à un état B, il est toujours possible de revenir par voie réversible de l'état B à l'état A, tout en s'astreignant à opérer séparément sur chaque élément isolé et, en quelque sorte, extrait du système, isolé lui-même et maintenu à un état invariable. Si l'on a, d'ailleurs, soin d'accomplir les opérations successives à l'aide d'une seule source de chaleur, ou de ramener toutes les sources sauf une, qui est le calorimètre, à leur état initial, par définition la quantité totale de chaleur cédée ou empruntée au calorimètre mesure, avons-nous dit, la variation d'entropie du système; mais cette quantité de chaleur est la somme des quantités de chaleur respectivement empruntées ou cédées par les éléments du système, et celles-ci mesurent les variations d'entropie de ces éléments. La variation d'entropie du système est donc égale à la somme algébrique des variations d'entropie de ses éléments.

Or, le zéro d'entropie du système répond au cas où tous les éléments sont eux-mêmes au zéro absolu d'entropie ; sans quoi l'on pourrait encore emprunter de la chaleur au système, fournir de la chaleur au calorimètre, et, par suite, abaisser l'entropie du système. Il faut conclure de là que si, ce qui paraît bien probable, il existe une limite inférieure finie de l'entropie d'un corps, l'*entropie absolue d'un système physique est la somme des entropies absolues de ses éléments*. Telle est la relation remarquable que nous avions en vue.

Appliquée à un corps homogène, considéré comme un système hétérogène formé de parties semblables, elle montre que l'*entropie d'un corps de masse variable, mais maintenu toujours au même état* [1], *varie proportionnellement à la masse du corps*. Ce principe constitue la dernière des généralisations dont la notion d'entropie est susceptible. Il prouve que l'entropie est, suivant une expression empruntée au Professeur W. Ostwald, une qualité *additive* de la matière, comme le sont la masse et l'énergie.

[1] C'est-à-dire ni dissous, ni combinés.

[1] Par exemple, l'eau dans sa vaporisation sous pression constante.

Pour évaluer la variation d'entropie d'un corps dont la masse et l'état changent à la fois, il suffit de considérer la succession de deux transformations; dans la première, le corps, conservant sa masse, change d'état; dans la seconde, son état ne change pas, mais sa masse est accrue ou diminuée. Par conséquent, la variation totale de l'entropie de ce corps est exprimée par la formule :

$$\delta S = m dS + S dm,$$

où δS est la variation totale d'entropie, dS la variation d'entropie de l'unité de masse, m la masse et dm la variation de la masse.

Grâce à cette formule, il devient possible de traiter le cas des systèmes hétérogènes chimiques, c'est-à-dire ceux dont les éléments peuvent se transformer totalement les uns dans les autres.

Prenons comme exemple le système eau et vapeur à des températures et des pressions variables. Soit m la masse de l'eau, m' la masse de la vapeur, et dm la masse infiniment petite d'eau vaporisée. On peut évidemment, qu'il s'agisse ou non d'une transformation infiniment petite, considérer ce système comme un système physique formé de trois éléments de masse invariable : la masse d'eau $m - dm$, la masse de vapeur m', et la masse dm qui passe de l'état liquide à l'état de vapeur.

Le théorème précédent est donc applicable; la variation d'entropie δS du système est égale à la somme des variations d'entropie de chacune des trois masses, et l'on a :

$$\delta S = (m - dm)\, dS + m' dS' + dm\, (S' - S),$$

S étant l'entropie de l'eau, S' l'entropie de la vapeur, et dS et dS' les variations de ces quantités résultant des variations de pression et de température. Supprimant l'infiniment petit du second ordre, la relation devient :

$$\delta S = m dS + m' dS' + dm\, (S' - S);$$

ou encore :

$$\delta S = (m' dS' + S' dm) + (m dS - S dm),$$

formule qui montre que le changement d'entropie du système est encore égal, quoique les masses de ses éléments varient, à la somme des variations d'entropie de ses éléments.

Ainsi, dans tous les systèmes hétérogènes, physiques ou chimiques, et, par suite, dans les systèmes mixtes, l'entropie conserve sa propriété additive. Malgré les actions et réactions des éléments du système, malgré les échanges de toute nature qui ont lieu entre eux, y compris les échanges de masse, leurs entropies ne cessent pas de se cumuler, dans toutes les transformations du système, pour fournir l'entropie totale. Il y a là une sorte de conservation de l'entropie, parallèle à la conservation de la masse.

Quand, de la considération des systèmes hétérogènes, on passe à celle des systèmes homogènes, la question devient plus délicate. D'abord, le seul fait d'amener des éléments homogènes à occuper le même lieu de l'espace (dissolutions et combinaisons chimiques) suffit souvent pour déterminer une augmentation de l'entropie totale. Maintenant, peut-on définir l'entropie propre d'un élément engagé chimiquement avec d'autres? Et, si cela est possible, existe-t-il encore une relation déterminée entre la variation d'entropie des éléments et l'augmentation d'entropie du système? Malgré son importance, nous ne chercherons pas à résoudre ce double problème, extrêmement intéressant; il se rattache directement à la question des lois *propres* de la Chimie[1], et, pour cette raison même, n'appartient pas exclusivement à la science générale de la Chaleur.

II. — La température absolue.

Dans le cas le plus général, c'est-à-dire le plus complexe, de la transformation d'un corps homogène, il n'y a pas de rapport déterminé entre la mesure d'un changement d'entropie et la quantité de chaleur absorbée ou dégagée dans ce changement. Mais il n'en est pas de même s'il s'agit d'une transformation isotherme, et de la définition de la variation d'entropie il résulte immédiatement qu'il y a alors proportionnalité entre les deux quantités, de sorte qu'on peut écrire la relation :

$$Q = k\, (S' - S),$$

où Q est la chaleur latente, S et S' les valeurs de l'entropie initiale et finale et k un coefficient numérique constant indépendant de la nature du corps considéré, mais fonction de la température considérée et de celle du calorimètre.

A une autre température on aurait la relation :

$$Q' = k'\, (S' - S).$$

Le rapport qui existe entre les coefficients k et k' est, d'après ces relations, le même qu'entre les chaleurs Q et Q', qu'on peut considérer comme les chaleurs mises en jeu, aux températures t et t', dans un même cycle de Carnot. Carnot admettait que ce rapport est égal à l'unité, de sorte que, pour

[1] Je ne fais pas allusion ici aux lois de la Thermochimie, qui sont tout simplement des applications à la Chimie des principes de la Science de l'Energie. Je veux parler des lois quantitatives spéciales aux réactions chimiques. Je profite de l'occasion pour faire des réserves formelles sur le rôle exclusif que M. le Professeur W. Ostwald attribue à l'Energétique dans les Sciences physiques, et sur la place que le savant professeur fait occuper au concept de l'Energie, relativement au concept matière. (Cf. *La Déroute de l'Atomisme*, dans la *Revue* du 15 novembre 1895.

lui, il n'y aurait pas eu lieu de distinguer la variation d'entropie de la quantité de chaleur : c'eût été une seule et même chose. Mais la donnée de Carnot est inexacte ; précisément la loi sur l'irréversibilité conduit à ce corollaire que, si la température t est supérieure à la température t', la quantité Q est plus grande que la quantité Q'. Ainsi donc, relativement à une température donnée du calorimètre, le coefficient k varie avec la température du corps qui subit la transformation isotherme, et dans le même sens que cette température. Il est d'ailleurs le même pour tous les corps pris à la même température ; il peut donc servir de mesure absolue à la température, et on l'appelle *température absolue*, en le représentant par la lettre T. C'est ce qu'exprime la formule bien connue :

$$Q = T\,(S' - S), \qquad (1)$$

qui établit une relation simple entre la chaleur latente Q, ou chaleur mise en jeu par voie réversible le long d'une isotherme, la température absolue T de l'isotherme, et la variation d'entropie S' — S.

En faisant, dans cette relation, S'—S égal à l'unité, et désignant par Q_1 la chaleur latente correspondante, on a :

$$T = Q_1\ ; \qquad (2)$$

c'est-à-dire que la température absolue est *mesurée par la chaleur absorbée dans une transformation isotherme qui accroît l'entropie d'une unité.*

Signification physique de la température absolue. — Mais cet énoncé si précis ne constitue cependant pas une définition suffisante de la nouvelle notion. On n'en saisira bien la signification physique que par les considérations suivantes, basées sur le « déplacement » d'entropie qui s'opère dans un cycle de Carnot [1].

Le fait que, dans le cycle de Carnot, la quantité Q est supérieure à la quantité Q', peut s'exprimer en disant que, par une transmission réversible de chaleur du corps froid au corps chaud, ou inversement, il y a destruction ou création de chaleur. Peu importe d'ailleurs d'où est tirée la chaleur créée, et ce que devient la chaleur détruite ; ce qui importe dans le cas présent, c'est, d'une part, que cette transmission est accompagnée de variations égales et opposées d'entropie, une partie de l'entropie se déplaçant, en quelque sorte, d'un corps dans l'autre ; c'est, d'autre part, que le déplacement de l'entropie n'est accompagné d'une création ou d'une destruction de chaleur que si les deux corps sont à des températures différentes. A tout écart de température est donc nécessairement lié, dans un déplacement donné d'entropie, une création ou une destruction d'une quantité déterminée de chaleur, quantité qui ne dépend pas de la machine thermique, mais seulement de la température initiale et finale. Si l'une de ces températures est modifiée, l'autre restant invariable, la quantité de chaleur détruite ou créée est modifiée dans le même sens que l'intervalle de température. Si l'intervalle grandit, la quantité de chaleur augmente ; s'il devient plus faible, elle diminue.

Grâce à cette connexion, qui repose sur la quatrième loi fondamentale, il est possible de comparer deux intervalles de température même quand les températures initiales et les températures finales ne sont pas les mêmes, et cela à l'aide des quantités de chaleur q et q' détruites ou créées dans le déplacement réversible d'une quantité d'entropie invariable. Si la quantité q est égale à la quantité q', on dira que les intervalles sont égaux. Si elle est trois fois plus grande, on dira que l'intervalle correspondant est trois fois plus grand que l'autre. D'une manière générale, un intervalle de température peut être considéré comme une grandeur mesurable, c'est-à-dire comme la somme d'un certain nombre d'intervalles égaux à l'unité. Si q est la chaleur détruite ou créée répondant à l'intervalle pris pour unité (par exemple l'intervalle de 0° C. à 1° C), la mesure de tout intervalle sera le rapport $\frac{q}{q_1}$.

Mais la mesure d'une température ne saurait être que la mesure de l'intervalle qui la sépare d'une température fixe et déterminée, arbitrairement choisie t_0 (par exemple 0° C, température de fusion de la glace). Une température t aura donc pour mesure le rapport :

$$T = \frac{Q\sigma - Q_0}{q_1}.$$

$Q\sigma$ et Q_0 étant les chaleurs latentes de dilatation aux températures t et t_0, pour un accroissement d'entropie égal à une valeur quelconque σ. Et ce rapport est parfaitement indépendant de la nature de la substance thermométrique aussi bien que la valeur σ, qu'on peut supposer, en particulier, égale à l'unité.

Maintenant, afin de simplifier la formule, au lieu d'attribuer à la température t_0 la valeur 0, convenons de lui attribuer la valeur $\frac{Q_0}{q_1}$; en outre, adoptons une unité d'entropie, telle que la chaleur q_1 détruite ou créée, répondant à l'intervalle de 0° C à 1° C, soit égale à l'unité. La formule se réduit alors à :

$$T = Q_1$$

c'est-à-dire à la formule (2), qui entraîne la relation fondamentale (1). Celle-ci se trouve ainsi subordonnée à une certaine relation entre les unités de variation d'entropie, de quantité de chaleur, et

[1] Cf. *Leçons de Thermodynamique de M. Lippmann*, p. 78.

d'intervalle de température. Si les unités étaient quelconques, la relation fondamentale devrait contenir un coefficient numérique.

Conclusion pratique. — La marche que nous venons de suivre pour arriver à définir la température absolue est assurément moins simple que celle qui consiste à définir cette grandeur, sans autres explications, par un rapport numérique. Mais elle a cet avantage, d'abord de mieux mettre en évidence la dépendance des unités (c'est-à-dire, selon l'expression à la mode, les « dimensions » de la température absolue), ensuite et surtout de faire ressortir l'origine profonde de la nouvelle grandeur et la raison de son utilité. Il ne suffirait pas, en effet, pour atteindre ce résultat, de dire que la température absolue est la grandeur mesurée par la quantité de chaleur mise en jeu le long de l'isotherme, dans un changement d'entropie égal à 1. Il est essentiel d'expliquer que les variations de cette grandeur expriment proportionnellement les quantités de chaleur détruites ou créées dans la transmission réversible de chaleur, donc la quantité maxima d'énergie que peut transformer une machine thermique.

C'est, en effet, que la définition de la mesure d'une grandeur ne saurait être arbitraire ; il n'y a rien de conventionnel dans une science bien construite et tout est imposé par la nature des choses. La définition de la mesure d'une grandeur doit être en accord avec la définition de la grandeur elle-même ; elle doit dériver de la propriété fondamentale qui caractérise celle-ci. Or la température, comme la force mécanique, la pression élastique, la tension superficielle, la force électromotrice, etc., est une *puissance de transformation*, une force, au sens général du mot. Il faut donc que ses variations soient mesurées par le rendement en travail, ou par la quantité de chaleur transformée, ou, ce qui revient au même, par les variations de la chaleur latente, à égalité de variation d'entropie.

Non seulement ce mode d'évaluation s'impose théoriquement, mais, pratiquement, il est indispensable ; car il dispense une fois pour toutes d'avoir recours aux machines thermiques réversibles : et il permet de ramener toutes les mesures thermiques à de simples mesures calorimétriques. En effet, une fois les températures absolues évaluées en fonction des températures thermométriques, par des expériences faites sur une machine thermique réversible particulière (un gaz, une vapeur saturée, etc.), on peut se dispenser, dans l'étude d'un phénomène quelconque, de procéder par *voie* réversible [1]. Il suffit de mesurer à tout instant les températures du système, ainsi que les quantités de chaleur échangées avec le calorimètre ; les variations d'entropie peuvent alors être calculées par la formule (1).

[1] Sans pouvoir éviter, bien entendu, d'avoir recours aux transformations réversibles des corps ou systèmes étudiés.

III. — Le zéro absolu de température

La définition rationnelle de la température absolue, telle que nous venons de la donner, est parfaitement indépendante de la question de l'existence du zéro absolu de température : car, dans nos explications, nous n'avons rien eu à supposer à ce sujet. Il est cependant intéressant d'étudier ce que deviennent, au zéro absolu, les nouvelles quantités : *entropie* et *température absolue*. Il règne, en cette matière, quelque incertitude dans les exposés courants, et l'on confond parfois le moyen, que nous n'avons pas, de réaliser le zéro absolu avec la possibilité d'existence de cet état thermique.

Zéro absolu. — Tout d'abord, et réserve faite de la question toute théorique des températures négatives [1], il est évident qu'il existe une limite inférieure de la température, soit qu'on évalue la température par les moyens ordinaires, dilatations ou pressions, soit qu'on la mesure par les quantités de chaleur.

Dans le premier cas, cette limite répond à l'état des corps sous leur minimum de volume (à pression constante), ou à leur minimum de pression ou maximum de tension (à volume constant). Dans le second cas, elle répond à l'état des corps pour lequel la chaleur latente de dilatation, rapportée à l'unité de variation d'entropie, est un minimum.

Expliquons cette dernière définition. Si une machine réversible emprunte à une source chaude, à une température fixe et déterminée T_1, une quantité de chaleur fixe et déterminée Q_1, la chaleur Q transmise à une source froide est inférieure à la quantité Q_1 d'une quantité d'autant plus forte que la température T de cette source froide est plus basse.

Mais la quantité de chaleur cédée ne peut, *d'après la loi sur la réversibilité*, devenir négative ; elle a donc une limite inférieure et la température absolue de la source froide pour laquelle cette limite serait atteinte est la valeur absolue *minima* de la température. Si cette limite est zéro, et rien n'empêche de concevoir la possibilité d'une limite nulle, — tout au contraire la fait présumer —, la valeur minima correspondante est ce qu'on doit rationnellement appeler le *zéro absolu*. Ainsi la définition du zéro absolu est d'être la *température d'une source froide à l'aide de laquelle on pourrait détruire toute la*

[1] S'il existait une série de températures négatives, l'existence du zéro absolu en serait, d'ailleurs, une conséquence nécessaire.

chaleur empruntée à une source chaude (en la transformant en travail ou autre énergie extérieure).

Nous pouvons maintenant justifier la convention que nous avions faite, au sujet de la température absolue, en attribuant au repère de la nouvelle échelle de température une valeur égale à $\frac{Q_0}{q_1}$. Cette quantité mesure précisément l'intervalle compris entre la température repère et le zéro absolu, de sorte que la température absolue :

$$T = \frac{Q}{q_1}$$

n'est autre que la mesure des températures rapportées au zéro absolu.

On peut donc dire que la température T est doublement absolue, absolue parce qu'elle n'a aucune relation avec un corps thermométrique particulier, absolue aussi parce qu'elle est comptée à partir du zéro absolu.

La quantité T n'est d'ailleurs point une quantité théorique ; sans doute, en pratique, on ne peut la mesurer directement, mais, comme nous l'avons déjà dit, on peut la calculer à l'aide des lois spéciales à certaines classes de corps, notamment des gaz parfaits.

Prenons comme exemple le calcul de la température absolue T_0 de la glace fondante, en adoptant pour unité d'intervalle le degré centigrade, c'est-à-dire l'intervalle de température de 0°C. à 1°C.

Soient, pour une variation déterminée d'entropie, Q_0 la chaleur latente au zéro centigrade, et Q_1 la chaleur latente à 1°C. La température cherchée T_0, sera donnée par la formule :

$$T_0 = \frac{Q_0}{Q_1 - Q_0} :$$

Appliquons cette formule à un gaz parfait, c'est-à-dire à un corps dont l'énergie intérieure, qui ne dépend que de la température, est proportionnelle à sa mesure absolue, et dont le volume à température constante varie en raison inverse de la pression. Puisque l'énergie de ce corps ne dépend que de sa température, les quantités Q_0 et Q_1 doivent être respectivement égales, par application du principe de l'équivalence, aux travaux de détente isotherme ; mais, d'après la loi de Boyle, ces travaux sont proportionnels aux pressions, de sorte que l'on a finalement :

$$T_0 = \frac{p_0}{p_1 - p_0} \quad (p_1 \text{ et } p_0, \text{ pressions à volume constant}).$$

Or, ce rapport est égal au coefficient de dilatation du gaz, par rapport au volume à 0°C, coefficient dont la valeur a été reconnue égale, par des expériences directes, à 1/273. On a donc, en définitive :

$$T_0 = 273°.$$

Si nous avons reproduit ce petit calcul, c'est pour bien montrer que le chiffre de 273°, si souvent invoqué, n'est point un chiffre théorique ou hypothétique. Non seulement il ne suppose pas l'existence réelle d'un zéro absolu de température, mais encore il n'implique d'aucune manière que les lois des gaz parfaits soient vraies à toutes les températures, chose peu vraisemblable d'ailleurs, et même inconcevable s'il s'agit du zéro absolu. Il suffit, pour que le chiffre de 273° soit positivement justifié, qu'il existe un seul corps satisfaisant aux lois de Joule et de Boyle, entre 0° et 1°C et dont le coefficient de dilatation soit égal à 1/273. On doit donc poser en principe, comme une conséquence logique des lois de la chaleur et de la manière dont se comportent certains corps entre 0°C. et 1°C., que, si le zéro absolu existe, il est à 273° (en unités centigrades, et en mesure absolue) plus bas que le zéro centigrade.

Entropie au zéro absolu. — Quand on applique la relation fondamentale (1) à une transformation infiniment petite, on la met sous la forme :

$$dQ = T dS. \qquad (3)$$

où dQ est la quantité infiniment petite de chaleur absorbée [1], et dS la variation infiniment petite d'entropie. Si C est la chaleur spécifique, on peut aussi écrire :

$$dS = C \frac{dT}{T}, \qquad (4)$$

où dS est la variation d'entropie répondant à une variation de température dT à pression constante. On a conclu de cette formule qu'en supposant C constant aux basses températures, comme cette quantité l'est aux températures expérimentées, pour une classe nombreuse de corps, la valeur de l'entropie au zéro absolu serait infinie.

Quelle que soit la validité de la supposition relative aux valeurs de C, la conclusion est erronée : car la formule (4) cesse d'être exacte quand les valeurs de T sont voisines du zéro. La substitution dans la formule (3) de la quantité CdT à la quantité dQ n'est plus alors permise, parce que la différence de ces deux quantités devient un infiniment petit du même ordre que les quantités elles-mêmes. D'ailleurs, la définition même de l'entropie montre que cette grandeur dépend de deux variables, et qu'au zéro absolu elle doit varier avec la pression ou le volume

[1] Cette formule suppose que la chaleur réellement absorbée dQ et la chaleur latente dL, entre les mêmes adiabatiques, sont des infiniment petits du même ordre dont le rapport est, à la limite, égal à l'unité.

C'est une condition dont il faut se préoccuper, quand on cherche à appliquer la formule aux transformations opérées au zéro absolu, ou à celles d'un solide ou d'un liquide parfait, c'est-à-dire totalement dépourvu d'élasticité, opérées à une température quelconque.

spécifique du corps considéré. A supposer même qu'au zéro absolu ces quantités soient complètement déterminées, c'est-à-dire que les adiabatiques aient toutes un même point commun avec l'isotherme zéro, tout ce que l'on pourrait dire, c'est que l'entropie est indéterminée en tant que fonction du volume et de la pression, mais non qu'elle est infinie. Il faudrait plutôt, par application de la loi de la réversibilité, considérer que le corps, tout en conservant la même pression, le même volume et la température zéro, soit cependant susceptible d'un certain changement d'état qui serait marqué par le changement d'entropie. Toutefois, si les chaleurs spécifiques pouvaient rester constantes jusqu'au zéro absolu, il faudrait en conclure que l'entropie n'a pas de limite inférieure. Nous préférons croire que les chaleurs spécifiques, rapportées à l'unité absolue d'intervalle de température, diminuent avec la température.

En résumé, il n'y a rien de particulier à dire sur la valeur de l'entropie au zéro absolu. Cette valeur peut être quelconque, nulle ou finie, et les lois de sa variation ne sont, d'ailleurs, pas différentes des lois de sa variation à température finie. Ce sont ces lois que nous allons maintenant examiner, en exposant les théorèmes généraux de la science de la Chaleur, ou règles s'appliquant, non plus à un cas simple, comme les lois sur la réversibilité et l'irréversibilité, mais à un phénomène thermique quelconque. Nous allons voir que, grâce à la notion de l'entropie, le nombre de ces théorèmes se réduit à deux, et que les théorèmes eux-mêmes prennent une forme très simple, qui dispense de toute formule différentielle dans les énoncés.

IV. — Conservation de l'entropie

Le premier des théorèmes en question est un corollaire immédiat de la loi sur la réversibilité et de la définition de l'entropie totale d'un système.

Supposons qu'un système quelconque, isolé thermiquement, c'est-à-dire enfermé dans une enceinte imperméable à la chaleur, subisse une transformation réversible, par laquelle il passe d'un état A à un état B. Mettons ensuite le système dans le calorimètre, et ramenons-le, encore par une opération réversible, à son état initial A. Dans l'ensemble réversible de ces deux opérations, le système a fonctionné comme machine thermique, échangeant de la chaleur avec une source unique qui est le calorimètre. En vertu donc de la loi sur la réversibilité, le calorimètre, finalement, n'a pu gagner ni perdre de chaleur, ce qui prouve que, dans le retour à l'état initial, l'entropie du système n'a pu varier; autrement dit, que la différence d'entropie entre les états A et B est nulle. De là le théorème suivant :

Premier théorème général. — *Quand un système, isolé thermiquement, subit une transformation réversible, son entropie se conserve.*

Une telle transformation, homologue de la transformation adiabatique d'un corps homogène, s'appelle transformation *isentropique*.

Il est, le plus souvent, impossible d'appliquer directement le théorème à la transformation réversible d'un système isolé quelconque; les éléments numériques font défaut. Pour traiter le cas général, on suppose le système ramené à son état initial par une autre transformation réversible, c'est-à-dire qu'à la considération d'un cycle réversible ouvert on substitue la considération d'un cycle fermé; de cette manière, les seuls changements définitivement accomplis le sont dans les sources, et par conséquent sont directement mesurables. D'ailleurs, peu importe la température des sources, pourvu que les écarts de température entre le système et les sources conservent le sens convenable. Le cycle suivi par le corps ne dépend que de ce sens et des quantités de chaleur empruntées ou cédées.

On peut supposer, en particulier, qu'il n'y a entre les sources et le corps que des différences de température infiniment petites, et alors l'opération doit être considérée comme réversible, si le cycle lui-même, ce que nous supposons, est réversible. Mais le système total, composé du système considéré et du système des sources, est un système isolé thermiquement, dont l'entropie, d'après le théorème fondamental qui vient d'être énoncé, n'a pas varié.

On peut donc écrire la relation générale :

$$\int \frac{dQ}{T} = 0,$$

où dQ est la quantité de chaleur empruntée à une source, et T la température commune de cette source et du système ou de la portion du système avec laquelle l'échange de chaleur a lieu.

Cette formule a été établie, pour la première fois, par Clausius. Nous reviendrons, au paragraphe suivant, sur les observations que suggèrent la forme du premier membre de la relation.

V. — Augmentation de l'entropie

On vient de voir que l'entropie se conserve dans les phénomènes réversibles; quelle est la loi de sa variation dans les phénomènes irréversibles ?

La question a paru délicate au point que certains auteurs se sont abstenus de la traiter dans toute sa généralité, et que d'autres ont émis des doutes sur l'exactitude de la solution avancée par Clausius. Les explications qui suivent seront peut-être de nature à lever les difficultés de pure forme

et à faire adopter une théorie qui n'est plus guère contestée à l'Étranger, et qui, en France, a plus ou moins indirectement inspiré une partie des travaux de M. Berthelot et de son École.

Ces explications ont pour base la quatrième loi fondamentale, telle que nous l'avons formulée d'après M. Ariès, cette loi suivant laquelle, si une opération irréversible est accomplie sur un système de sources de chaleur, à l'aide de machines thermiques, l'une des sources, au moins, absorbe de la chaleur.

L'expérience, avons-nous dit, est le véritable critérium d'exactitude des lois fondamentales. La loi sur l'irréversibilité n'échappe pas à cette règle; mais, sans chercher ici à montrer comment elle se « préjuge » en qualité de corollaire d'une loi fondamentale de l'Énergie, et comment, par conséquent, elle se rattache à une multitude de faits où la chaleur ne joue aucun rôle, il n'est pas inutile de signaler les rapports qu'elle présente avec les principes de la Thermodynamique, et, revenant sur un point simplement signalé dans la première partie de cette étude, de montrer que douter de son exactitude, ce serait douter du principe de Carnot sur la production de force motrice par la chaleur.

On peut, en effet, après qu'une opération irréversible a été accomplie sur un système de sources[1], ramener par voie réversible toutes les sources de chaleur à leur état initial, sauf une seule toutefois, qui, d'après la loi en question, a finalement absorbé de la chaleur. Or, si l'on considère l'énergie des différentes parties du système, celle des machines ainsi que celle des sources, sauf une seule, n'ont pas varié, puisqu'il y a eu retour à l'état initial. Seule, l'énergie des systèmes extérieurs en relation avec les machines, systèmes qui sont supposés n'avoir subi que des transformations réversibles, a varié, en même temps que s'est accrue la chaleur d'une source. On peut donc dire, par application du principe de l'équivalence, qu'il y a eu uniquement transformation en chaleur de travail ou d'autre énergie potentielle extérieure. Mais si, au contraire, la source avait perdu de la chaleur, il faudrait conclure qu'il y a eu transformation de la chaleur en travail. La loi sur l'irréversibilité revient donc à dire qu'on ne peut, à l'aide d'une seule source de chaleur, transformer de la chaleur en travail. C'est une des formes généralisées du principe de Carnot.

De la loi sur l'irréversibilité et du théorème général sur la conservation de l'entropie, nous allons maintenant tirer le second théorème général applicable à un système quelconque, comportant ou ne comportant pas de sources de chaleur.

Ce théorème a trait au sens de la variation d'entropie dans une transformation irréversible.

Soit un système quelconque Σ, isolé thermiquement. Supposons que ce système, hors d'équilibre intérieur, subissse une transformation irréversible qui l'amène de l'état A à l'état B. Il est possible, théoriquement du moins, et quoique la transformation opérée soit irréversible dans les conditions d'isolement admises, de ramener réversiblement le système Σ à son état initial. Il suffit pour cela de faire cesser l'isolement et de fournir ou de soustraire de la chaleur aux éléments du système, opérations qui elles-mêmes peuvent être accomplies par voie réversible. Ces opérations faites, on peut, de la même manière, ramener à leur état initial toutes les sources de chaleur auxquelles on a eu recours, sauf une seule. En définitive, trois opérations se sont succédé :

1° Transformation irréversible du système isolé Σ de l'état A à l'état B.

2° Retour réversible du système Σ à l'état initial A, avec pertes et gains de chaleur par les sources;

3° Retour réversible des sources, sauf une seule, à leur état initial.

Considérées dans leur ensemble, ces trois opérations successives constituent une opération irréversible, et le principe fondamental sur l'irréversibilité s'applique au système total qui comprend les sources et le système considéré Σ. La source unique a donc absorbé de la chaleur; par suite son entropie a augmenté, et, puisque la variation d'entropie d'un système est la somme des variations d'entropie de ses éléments, l'entropie du système total a augmenté. Mais les deux dernières opérations, étant réversibles, n'ont pu modifier l'entropie du système total. Il faut donc que l'augmentation d'entropie se soit produite lors de la première opération, laquelle ne portait que sur le système considéré Σ. De là, ce théorème général, dû à Clausius :

Deuxième théorème général. — *Si un système quelconque*[1], *isolé thermiquement, subit une transformation irréversible, son entropie augmente.*

Formule de Clausius. — Sous la forme qui précède, le principe fondamental s'appliquerait directement à tous les phénomènes irréversibles sans exception, mais d'habitude, et pour les raisons qui ont été exposées au paragraphe précédent, le problème est ainsi posé : Étant donné un cycle fermé quelconque, exprimer que ce cycle est irréversible.

Dans la plupart des traités, on commence par démontrer que si l'irréversibilité est uniquement due à des différences de température entre des

[1] Les températures de ces sources étant supérieures au zéro absolu.

[1] Hétérogène ou homogène, physique ou chimique.

corps qui échangent de la chaleur, on a la relation :

$$\int \frac{dQ}{T} < 0, \qquad (1)$$

dQ étant la quantité de chaleur [1] absorbée par le corps à la température T, pendant une transformation infiniment petite. Puis, on pose en principe, avec ou sans réserves, que cette formule ne cesse pas d'être vraie quand l'irréversibilité est due à une cause quelconque. Mais, comme le fait observer M. J. Bertrand, il n'y a rien qui vienne à l'appui de cette généralisation. Remarquons-le bien, l'expression :

$$\int \frac{dQ}{T} \qquad (2)$$

ne représente pas la variation d'entropie du corps qui, revenant à son état initial, conserve la même entropie. Cette expression ne parait même pas avoir de signification physique relative au corps considéré, et il n'existe aucune raison d'analogie ou autre qui puisse faire prévoir qu'elle représente une quantité négative.

Il ne faudrait pas, cependant, conclure de là que le problème posé ne comporte pas de solution vraiment générale, ni même que, comme on l'a dit, la relation (1) ne soit pas satisfaite pour certains phénomènes.

La vérité est que, dans aucun cas, pas même dans celui où l'irréversibilité résulte uniquement d'un simple phénomène de conduction, on ne peut démontrer la formule (1) sans avoir à invoquer une loi préalable, que ce soit le principe de Carnot généralisé, ou une loi propre de la chaleur. D'un autre côté, on ne peut trouver l'occasion d'appliquer l'une ou l'autre de ces lois qu'à condition de ne pas s'attacher exclusivement, comme on est porté à le faire, à la considération d'un cycle et d'une formule mathématique, qu'à la condition de faire intervenir dans les raisonnements, outre le système dont le cycle figure la transformation irréversible, les sources de chaleur grâce auxquelles la transformation peut être effectivement accomplie.

Quoique ces sources n'apparaissent pas dans les diagrammes, elles n'en jouent pas moins un rôle essentiel. En réalité, les quantités dQ et T qui figurent dans les formules doivent être rapportées à ces sources et non pas au système, et, nous allons le prouver, l'expression (2) représente, au signe près, la variation d'entropie des sources, variation qui, d'après notre théorème général, doit être positive, quelles que soient les causes d'irréversibilité.

[1] La chaleur absorbée par le corps est comptée positivement, et la chaleur dégagée est comptée négativement.

D'une manière générale, ce n'est pas le cas d'un cycle fermé qu'il faut tout d'abord considérer. La méthode pour traiter une question quelconque d'irréversibilité est identique à celle que nous avons appliquée aux cas de réversibilité ; elle consiste à délimiter le système *isolé* qui subit une transformation irréversible, et qui comprend non seulement le corps ou le système dont on étudie les lois de transformation, mais aussi les sources de chaleur, ainsi que les autres corps qui, dans les conditions où ils sont placés, subissent des transformations irréversibles. On examine ensuite ce qui se passe quand ces corps et le corps ou le système considéré sont ramenés à leur état initial par voie réversible, et l'on écrit que la variation totale d'entropie des sources est positive.

Peu importe que le cycle spécialement considéré soit ou non fermé, la conclusion est toujours la même. Toutefois, il convient de remarquer que, dans le second cas, étudié en général, il serait vain de chercher à établir une formule qui ne comprendrait que des éléments numériques se rapportant au corps lui-même, tels que la température et la chaleur absorbée ou dégagée. On ne peut évaluer l'augmentation d'entropie du corps que par le procédé même qui sert de base à la démonstration du théorème et qui dicte la méthode à suivre, c'est-à-dire par le retour réversible à l'état initial du corps considéré. C'est l'augmentation d'entropie des sources, dans cette dernière opération, qui donne la mesure de l'augmentation d'entropie du corps dans la première opération (s'il était alors isolé), et, par conséquent, la formule finale ne peut comprendre que des éléments numériques se rapportant aux sources de chaleur. Au cas seulement où le corps considéré possède des propriétés spéciales (gaz parfaits, vapeurs saturées, systèmes homogènes, etc.), il devient possible d'établir des formules d'une application directe, sans faire intervenir explicitement les sources de chaleur.

Démonstration de la formule de Clausius. — Avant d'appliquer la méthode au cas général, nous examinerons d'abord le cas particulier d'un système de température et pression uniformes, qui suit un cycle fermé irréversible en empruntant ou cédant de la chaleur à un nombre fini de sources, à des températures qui peuvent ne pas être celles du corps. C'est notamment le cas des phénomènes qui s'accomplissent à l'air libre.

L'ensemble du système et des sources constitue un système isolé thermiquement, qui subit une transformation irréversible, tant en raison de l'irréversibilité du cycle lui-même que des écarts de température qui existent entre le système et les sources. D'après le théorème général, l'entropie totale du système complet a augmenté. Mais celle

du système considéré n'a pas changé, puisque le cycle est fermé; donc l'entropie des sources a augmenté. Alors, si T, T', T'', etc., sont les températures des sources, et Q, Q', Q'', etc., les chaleurs échangées avec le système, comptées positivement quand elles passent des sources dans le système, et négativement dans le cas contraire, la relation cherchée sera, par conséquent, la suivante :

$$\frac{Q}{T} + \frac{Q'}{T'} + \frac{Q}{T''} + \ldots < 0. \qquad (3)$$

C'est le théorème dû à MM. Potier et Pellat.

Maintenant, observons que cette formule subsiste encore si les sources sont à une température infiniment voisine de celle que possède le système au moment des échanges de chaleur, puisque le cycle est supposé irréversible, et, dans ce cas, les quantités T, T', T'', etc., peuvent alors être considérées comme se rapportant au système.

Mais, de même que pour les transformations réversibles, nous pouvons admettre qu'un cycle irréversible quelconque, comportant des variations continues de températures du système ou de ses éléments, soit réalisé à l'aide d'un nombre très grand de sources de chaleur qui cèdent ou empruntent de la chaleur au système, à des températures infiniment peu différentes de celles du système, c'est-à-dire à la limite, à l'aide d'un nombre infini de sources aux températures du système, ou encore à l'aide d'une source unique dont la température varie comme celle du système. Dans l'une ou l'autre de ces deux hypothèses, nous nous trouverons ramené au cas qui vient d'être traité, et, par suite, à la formule 3. Les quantités Q, Q', Q'', etc., deviennent alors les quantités infiniment petites dQ échangées avec les sources, et les quantités T, T', T'', etc., sont égales aux diverses températures que prend le corps. On peut donc écrire la relation :

$$\int \frac{dQ}{T} < 0,$$

où les quantités dQ et T se rapportent au système considéré, et cette relation, dont l'exactitude a été contestée, se trouve ainsi effectivement démontrée à titre de corollaire du théorème général sur l'irréversibilité. La démonstration confirme, d'ailleurs, ce que nous avions avancé, à savoir qu'il faut interpréter la quantité constituant le premier nombre de la relation comme représentant une variation *extérieure* d'entropie.

Principe du travail maximum. — Nous avons dit que, d'ordinaire, le théorème général concernant les phénomènes irréversibles est énoncé à l'occasion des cycles fermés. Cependant, M. Berthelot, dans ses études de thermochimie, a considéré le cas du cycle ouvert que suit un système chimique hors d'équilibre et abandonné à lui-même, tout en étant maintenu ou finalement ramené à sa température initiale. Le savant chimiste a énoncé cette loi que, de toutes les réactions susceptibles de s'accomplir dans un pareil système, sans l'intervention d'énergie étrangère, et compatibles avec les conditions du système, celle qui s'accomplira sera celle où il y a dégagement de chaleur, ce dégagement de chaleur étant le plus grand possible.

Les considérations dans lesquelles nous sommes entré permettent de prouver aisément que l'exactitude d'un principe ainsi formulé ne s'impose pas. Il est vrai que toute réaction chimique, accomplie dans les conditions qui viennent d'être précisées, est un phénomène irréversible et que, par conséquent, une augmentation d'entropie doit y répondre. Mais la variation d'entropie à considérer n'est pas celle relative au système chimique, c'est la somme algébrique des variations d'entropie du système *et du calorimètre*.

La première de ces variations peut être positive ou négative suivant la nature de la réaction, et, si elle est positive, elle peut avoir une valeur absolue plus grande que la valeur absolue de la seconde. On comprend donc que celle-ci puisse être négative, sans que le principe d'augmentation de l'entropie se trouve infirmé, et de fait, il y a des réactions chimiques accompagnées d'une absorption de chaleur, c'est-à-dire d'une diminution *extérieure* d'entropie.

Pour que, dans tous les cas, on soit certain qu'il y aura dégagement de chaleur, c'est-à-dire augmentation d'entropie à l'extérieur, il faut que le système chimique se trouve ramené à son état initial, ce qui exige, si la réaction étudiée est endothermique, que de la chaleur soit restituée au calorimètre. Le théorème sur l'augmentation de l'entropie nous permet, de plus, de prévoir que la quantité de chaleur restituée sera supérieure à la quantité de chaleur empruntée lors de la réaction.

En résumé, l'énoncé du principe du travail maximum doit être rectifié. Ou il faut dire que : toute réaction chimique accomplie sans l'intervention d'énergie étrangère, dans un système chimique hors d'équilibre, se traduit par une augmentation de l'entropie *totale* du système et des sources de chaleur; ou il faut dire que, cette réaction étant terminée, si le système chimique est ramené par voie même réversible à son état initial, il y a finalement dégagement de chaleur.

Sous l'une ou l'autre de ces formes le principe ne souffre plus aucune exception.

Conclusion. — Nous terminerons par une remarque destinée à prévenir toute illusion sur le

[1] Le mot travail est employé comme synonyme de chaleur latente.

degré d'utilité à tirer du théorème concernant l'augmentation de l'entropie. Dans aucun cas, l'application de ce théorème ne saurait conduire à des relations numériquement définies. Toute son utilité consiste en ce qu'il permet, moyennant certaines données numériques établies au préalable par l'expérience, de prévoir le sens de certains phénomènes : le sens d'une variation de température, de pression, de volume, le sens d'un déplacement électrique, d'une réaction chimique, etc. [1]. Il n'indique rien quant à la grandeur de ces variations, rien quant à la possibilité et à l'importance de ces changements. Il faut, pour obtenir des évaluations définies, invoquer, outre le principe de conservation de l'Énergie, les lois propres de l'Élasticité, de l'Électricité, du Magnétisme, de la Chimie, lois que l'Energétique la plus généralisée ne saurait faire prévoir.

VI. — Role de l'entropie dans la nature.

La masse, l'énergie se conservent; la force, la quantité de chaleur, de mouvement [2] et bien d'autres quantités physiques ne se conservent pas. L'entropie est du nombre, mais elle jouit d'une propriété remarquable que celles-ci n'ont pas: de même que la masse et l'énergie, elle est une qualité « additive » de la matière.

Il y a donc, dans le monde, une entropie totale. Mais, d'après la loi de conservation et d'augmentation de l'entropie, l'entropie d'un système ne peut diminuer qu'à condition que l'entropie d'un autre système augmente au moins d'une égale quantité, et, si un système est isolé, son entropie ne peut jamais diminuer : ou elle reste constante, ou elle augmente. Donc, quand l'entropie du monde varie, elle varie dans le sens d'une augmentation.

En fait, toutes les fois qu'un changement a lieu, l'entropie totale du monde augmente toujours, car il n'y a point de phénomènes strictement réversibles. En effet, si partout, dans la Nature, il y a, entre les corps, une *absence d'équilibre*, véritable moteur universel, sans lequel ni la vie, ni les changements inorganiques ne seraient possibles, partout aussi il y a des frottements intérieurs, qui entravent le rétablissement de l'équilibre. La réversibilité, comme le mouvement uniforme, n'est qu'une conception théorique; tous les phénomènes sont irréversibles, tous sont accompagnés d'une augmentation de l'entropie totale. Clausius l'a déjà dit, l'entropie du monde tend constamment vers un maximum, et l'on peut ajouter, comme conséquence, que les énergies utilisables ou forces motrices s'usent incessamment, qu'elles se transforment en chaleur, et tendent vers zéro. Augmentation de l'entropie, dissipation de l'énergie utilisable, voilà les deux faces d'un grand fait, découvert par le génie de William Thomson, fait qui règle l'évolution des substances et des êtres.

Cette vue d'ensemble permet d'apporter quelque précision dans nos conceptions hypothétiques sur l'origine et la fin du monde. Si, comme le veulent toutes les cosmogonies, l'état initial du monde a été le chaos, c'est-à-dire une absence générale et universelle d'équilibre, disons aussi une absence complète de chaleur, une entropie zéro, l'état final sera, à en juger par ce que nous connaissons, le rétablissement d'un équilibre général et universel, marqué par la transformation des énergies potentielles chimiques et autres, en chaleur uniformément distribuée. Le monde existera encore, mais il sera sans mouvement et sans vie.

Mais pourquoi vouloir que l'évolution du monde ne soit pas éternelle, pourquoi vouloir qu'elle ait eu un commencement, qu'elle soit destinée à avoir une fin, pourquoi vouloir que la vie et l'ordre ne brillent que d'un éclair dans une éternelle immutabilité des choses ? Ne devons-nous pas plutôt admettre, avec Herbert Spencer, que l'état initial qui préoccupe tant les métaphysiques et les religions devait être l'état final d'une ancienne évolution, et que la fin de l'ère présente ne sera elle-même que le début d'une ère nouvelle?

Pour donner à des spéculations objectives de ce genre un haut degré d'ampleur, il faut concevoir que, semblable au mobile qui, lancé dans l'air, retombe, après avoir atteint le sommet de sa trajectoire avec une vitesse nulle, le monde, parvenu à son maximum d'entropie ou niveau thermique le plus élevé que comporte son énergie potentielle initiale, et transformé en un tout homogène et sans mouvement, se trouvera dans un état de complète instabilité. C'est alors que l'effort persistant de tension qui limite l'activité universelle jouera un rôle actif en venant défaire l'œuvre accomplie par la vitesse initiale, et que commencera une lente évolution en sens contraire, qui ramènera l'univers, par une diminution graduelle de son entropie et une augmentation correspondante des énergies utilisables, vers l'état de chaos d'où il était sorti.

L'éternité serait donc l'infini d'une série d'oscillations grandioses entre le chaos et l'équilibre, entre le mouvement et la chaleur, l'infini d'un rythme à longue période, scandé par les abaissements et les relèvements de la chaleur, par le flux et le reflux de la marée thermique immense, dont l'entropie mesure les insensibles progrès.

Georges Mouret,
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

[1] Voir l'étude que nous avons publiée en collaboration avec M. H. Le Chatelier sur les *Equilibres chimiques*, dans la *Revue* des 28 février et 15 mars 1891.

[2] Il s'agit, bien entendu, des quantités de mouvement prises en valeur absolue.

LES MYXOSPORIDIES

Depuis quelques années l'attention des pathologistes s'est particulièrement portée sur les maladies infectieuses où semblent intervenir des agents animés différents des bactéries. Les cancers et carcinomes paraissent offrir un type de ces affections, et tout récemment nous avons décrit ici même [1] l'évolution des organismes (Cytozoaires) que certains inclinent à considérer comme les parasites producteurs de ces néoplasmes.

Nous voudrions aujourd'hui signaler l'intérêt que présentent, et pour la Pathologie et pour la Zoologie pure, de récentes études sur un autre groupe voisin de Sporozoaires : les Myxosporidies.

Dans le cycle évolutif des Sporozoaires Cytozoaires, on constate toujours, à la fin du développement, une division du noyau en un nombre plus ou moins grand de parties, dont *chacune* devient le noyau d'une spore ou d'un sporozoïte suivant les cas (archéspores de Labbé). *Toute* la substance nucléaire se répartit donc au moment de la sporulation entre les corps reproducteurs; la sporulation est le *terme* de l'évolution d'un Cytozoaire.

Chez les Myxosporidies il n'en est pas de même : au cours du développement de la masse sarcodique primitivement munie d'un seul ou de deux noyaux, ce ou ces noyaux se divisent en plusieurs parties, dont les unes entrent dans la constitution des spores; les autres continuent à jouer leur rôle assimilateur et permettent l'accroissement de la masse sarcodique elle-même; la sporulation se fait donc petit à petit, au cours du développement de l'être, et sans arrêter ce développement.

Cette particularité suffirait à séparer les Myxosporidies des Cytozoaires; en outre, les premières n'ont aucune phase intra-cellulaire et, de plus, leurs spores bivalves offrent un caractère très constant qui permet de réunir ces êtres dans un groupe zoologique naturel : la présence d'une ou plusieurs capsules à filament.

J. Müller avait observé ces spores et les avait appelées « Psorospermies des Poissons [2] ». C'est Dujardin qui constata que les Psorospermies ne sont pas des organismes autonomes, mais bien les spores ou corps reproducteurs d'êtres sarcodiques que nous désignons aujourd'hui sous le nom de *Myxosporidies* (Bütschli). Ce nom a l'avantage de ne pas indiquer l'habitat des êtres qui le portent; la plupart des Myxosporidies connues habitent les Poissons, mais il y en a qui habitent d'autres Vertébrés et des Invertébrés. De plus, il y a d'autres Sporozoaires habitant les Poissons et qui sont de véritables Coccidies. Il faut donc se baser sur toute autre chose que l'habitat pour classer les Sporozoaires, et les Myxosporidies sont nettement caractérisées par leurs spores bivalves munies d'une ou plusieurs capsules à filament.

Les Myxosporidies ont été étudiées par beaucoup d'auteurs, parmi lesquels il faut citer surtout Bütschli et Balbiani. Un jeune savant, qui vient de mourir, P. Thélohan, en a fait une étude très approfondie; il a vérifié les faits déjà connus et a mis en lumière beaucoup de points encore obscurs de l'histoire de ces Sporozoaires. MM. Balbiani et Henneguy viennent de publier [2] le mémoire inachevé où il avait rassemblé tous les documents relatifs aux Myxosporidies, et l'on peut considérer ce mémoire comme l'exposé de l'état actuel de nos connaissances sur cet intéressant groupe de parasites.

I. — Morphologie de la masse sarcodique.

1. *Formes libres.* — On entend par formes libres de Myxosporidies, les espèces qui vivent en liberté dans les cavités organiques de l'hôte, par opposition avec celles qui vivent au sein des tissus. Souvent, chez ces êtres, la masse sarcodique est véritablement amiboïde; il n'y a pas alors, à proprement parler, de *forme* du corps; des pseudopodes naissent indifféremment de tous les points de la surface, de sorte que la forme varie constamment.

Chez certaines espèces, cependant, il y a seulement une région où peuvent naître les pseudopodes; le reste de la masse sarcodique a une forme déterminée variant peu dans les divers individus d'une même espèce; mais, jusqu'à présent, on ne peut guère faire intervenir ces formes spécifiques dans la classification; on est même amené à considérer comme faisant partie du même genre, d'après la constitution de leurs spores, des espèces de Myxosporidies dont l'une a une forme spécifique et dont l'autre est amiboïde : c'est surtout chez les jeunes individus que les variations de la forme du corps sont considérables.

2. *Formes vivant au sein des tissus.* — Ici, il peut se présenter deux cas : ou bien le corps protoplasmique s'est étendu, infiltré entre les éléments

[1] F. Le Dantec : Les Coccidies. *Revue générale des Sciences*, tome VI, pages 775 à 780 (n° 16 de 1895).

[2] De ψώρα, gale, parce que ces êtres produisent des pustules cutanées; « spermie », parce que l'auteur avait trouvé aux spores qu'il avait observées l'apparence d'un spermatozoïde.

[2] *Bull. sc. de la Fr. et de la Belg.*, 1895.

histologiques comme un mycelium de champignon, et alors on peut à peine le distinguer; le parasite ne se manifeste que par des spores éparses çà et là dans les interstices des tissus; c'est le cas de l'*infiltration diffuse* de Thélohan. Ou bien, il se présente, au contraire, sous une forme ramassée et donne lieu aux productions que l'on appelle *kystes;* alors la périphérie seule de ce corps protoplasmique épais est en contact avec les tissus de l'hôte. La forme des kystes est globuleuse, à peu près régulièrement sphérique et, dans la majorité des cas, n'a aucun caractère spécifique; cependant, quelques rares Myxosporidies des branchies présentent une forme qui suffit à faire reconnaître l'espèce.

3. *Structure du corps protoplasmique.* — Bütschli a signalé la différenciation qui existe entre la partie la plus externe et la partie la plus centrale du corps protoplasmique; cette distinction s'observe avec beaucoup de netteté dans les formes libres; elle est le plus souvent à peu près nulle dans les formes des tissus.

La zone périphérique ou *ectoplasma* est dépourvue de coloration, homogène, très finement granuleuse et donne naissance aux pseudopodes. Le protoplasma central ou *endoplasma*, à granulations beaucoup plus grosses, renferme les noyaux et des matières de réserve; il est le siège de la production des spores. Les pseudopodes des formes libres sont toujours incapables de déterminer l'ingestion de matières solides. Chez les formes des tissus, on distingue tous les intermédiaires entre certains cas où la constitution de la couche périphérique ne diffère en rien de celle des parties profondes et d'autres où elle s'en montre, au contraire, aussi distincte que celle de l'ectoplasma des formes libres.

Thélohan a montré que l'ectoplasma est dépourvu de noyaux. Bütschli avait cru le contraire, mais Balbiani avait déjà protesté contre cette assertion. Thélohan a également détruit l'erreur de Pfeiffer, qui avait cru voir la paroi des kystes revêtue de cellules épithélioïdes; il a montré que c'est une apparence due à la rupture des fibres conjonctives ambiantes de l'hôte.

Chez les Myxosporidies des tissus, l'endoplasma des kystes forme toujours trois zones : 1° une zone périphérique d'étendue variable, formée uniquement de protoplasma sans noyaux ni spores; 2° une zone renfermant des noyaux et dans laquelle se différencient les masses isolées ou *sporoblastes* qui donneront naissance aux spores; 3° une partie centrale, composée presque uniquement de spores.

4. *Noyaux.* — Les noyaux sont, en général, fort nombreux dans l'endoplasma; mais il y a quelques espèces de Myxosporidies chez lesquelles le corps protoplasmique ne donne naissance qu'à deux spores, et ces espèces sont munies d'un nombre de noyaux beaucoup plus restreint. Chez les Myxosporidies *polysporées*, on constate, dans l'endoplasma, la présence d'un grand nombre de noyaux bien avant le début de la sporulation; ils sont disséminés sans ordre et très irrégulièrement. A ce moment-là, le corps protoplasmique est bien réellement plurinucléaire; il ne semble guère vraisemblable de penser que ces noyaux ne jouent pas tous le même rôle fonctionnel dans le corps protoplasmique; mais, dès que la sporulation commence, il n'en est plus de même; un grand nombre d'entre eux sont renfermés dans des portions spécialisées du protoplasma, que nous étudierons tout à l'heure sous le nom de *sporoblastes;* seuls, ceux qui sont en dehors des sporoblastes peuvent être considérés comme étant les véritables noyaux fonctionnels du corps protoplasmique, qui continue de vivre et de se mouvoir pendant la période de sporulation comme auparavant.

Il n'a pas toujours été possible de démontrer, chez les espèces *disporées*, l'existence de noyaux en dehors des sporoblastes dans le protoplasma non sporogène; mais il est probable qu'il y en a au moins un, puisque la marche de la sporulation n'apporte aucun trouble apparent dans les fonctions de la vie végétative de ce corps protoplasmique.

Les noyaux de l'endoplasme des Myxosporidies se divisent par karyokinèse.

5. *Spores.* — Les spores des Myxosporidies, considérées jusqu'à Dujardin comme l'organisme adulte lui-même, ont des formes extrêmement caractéristiques très commodes pour la classification; mais, malgré la variété de leurs caractères morphologiques, on peut cependant trouver des transitions qui permettent de rattacher les formes les unes aux autres et de constater la grande homogénéité de la classe des Myxosporidies. Voici, en effet, des caractères généraux qui appartiennent à tout le groupe :

Les spores présentent *toujours* une enveloppe formée de deux valves accolées; cette enveloppe n'est pas cellulosique; on observe dans leur cavité :

1° *Des capsules polaires* très réfringentes, dont le nombre varie de 1 à 4; elles sont fixées aux valves au voisinage de la suture et chacune communique avec l'extérieur par un petit canal; elles sont piriformes avec une sorte de col plus ou moins allongé. Leur cavité contient un filament enroulé en spirale, de longueur variable, d'ordinaire filiforme, parfois beaucoup plus gros et de forme conique [1], filament qui peut se dérouler et faire

[1] Chez le *Sphæromyxa Balbianii*, le filament, sorti de la

saillie à l'extérieur de la spore. Ces capsules occupent dans la spore différentes positions déterminées spécifiquement.

2° Une petite masse de protoplasma occupant d'ordinaire la plus grande partie de la cavité de l'enveloppe et contenant toujours *deux noyaux*.

6. *Sporulation.* — Le premier stade de la sporulation consiste dans la différenciation, autour d'un des noyaux de l'endoplasma, d'une petite sphère de protoplasma à contour net qui semble limitée par une mince enveloppe résultant de la condensation de sa couche périphérique; c'est ce que Thélohan a appelé une *sphère primitive*.

Le noyau de la sphère primitive présente d'abord les caractères d'un noyau au repos et possède généralement un gros granule chromatique central figurant un nucléole. Bientôt on voit celui-ci disparaître, et la chromatine se dispose en filaments dans l'intérieur du noyau, dont la membrane ne tarde pas à se rompre; la division chromatique se poursuit, et, bientôt, la sphère primitive possède deux noyaux; ceux-ci continuant à se diviser, elle en possède bientôt une dizaine.

Il se différencie alors dans la sphère primitive deux petites masses secondaires *ayant chacune trois noyaux*, appelées par Bütschli des *sporoblastes;* ces deux masses secondaires restent enfermées dans l'enveloppe de la sphère primitive dont les noyaux restés inemployés entrent en dégénérescence avec le reliquat du protoplasma, sans avoir joué aucun rôle (reliquat de segmentation).

Chaque sporoblaste se divise en trois parties contenant chacune un noyau et représentant de véritables cellules. De ces trois cellules, deux sont plus petites et donneront les capsules polaires; la troisième, plus grosse, constituera la masse protoplasmique de la spore.

Or, nous l'avons vu, le protoplasma de la spore adulte renferme toujours deux noyaux : le noyau de la grande cellule du sporoblaste se divise, en effet, de bonne heure, de si bonne heure, quelquefois, qu'il est impossible d'affirmer que le sporoblaste ne contenait pas *quatre* noyaux dès le début de sa formation.

Les deux autres cellules, que l'on peut appeler cellules capsulogènes, renferment chacune un noyau; auprès de ce noyau on voit se produire une petite vacuole de forme sphérique qui apparaît comme un espace clair et se distingue du protoplasma par l'absence de granulations. Sur un point quelconque de la paroi de cette vacuole, il se forme un petit bourgeon protoplasmique qui fait saillie *dans la vacuole* en refoulant la substance claire qui la remplit. Ce bourgeon, d'abord hémisphérique, s'allonge peu à peu, et, au bout de quelque temps, on a ainsi un petit corps piriforme entouré d'une couche claire formée par le contenu de la vacuole, et relié par un pédicule au reste du protoplasma dont il conserve absolument l'apparence.

Le pédicule s'étrangle progressivement, et bientôt le petit corps piriforme devient libre; il a pris les caractères d'une capsule polaire et s'est entouré d'une membrane pendant qu'un filament se formait dans son intérieur.

Cette genèse d'une capsule polaire, décrite par Thélohan, est identique à ce que Bedot a observé dans le développement des cnidoblastes des Velelles et des Physalies [1].

Autour de la capsule polaire ainsi constituée, on trouve les restes de la cellule qui lui a donné naissance et le noyau que celle-ci renfermait; cependant, le reliquat de la cellule capsulogène ne persiste pas toujours; quelquefois, on n'en retrouve plus de trace dans la spore adulte.

Pendant toute cette évolution des capsules, la spore est arrondie ou oblongue; ce n'est que plus tard qu'elle prend sa configuration typique et son enveloppe bivalve, contre laquelle les capsules viennent se fixer à leur place spécifique définitive.

Une fois complètement développées, les spores restent encore pendant quelque temps réunies dans la membrane de la sphère primitive; puis celle-ci finit par disparaître et on trouve les spores libres dans l'endoplasma (Myxosporidies libres) ou au centre du kyste (Myxosporidies des tissus).

Toute l'observation précédente de Thélohan se rapporte à des espèces dont les spores contiennent deux capsules; on peut la considérer comme représentant la marche typique de la sporulation chez les Myxosporidies. Nous y avons vu la sphère primitive donner naissance à deux spores, c'est un cas très fréquent; chez d'autres Myxosporidies, la sphère primitive peut donner normalement naissance à une seule spore; chez d'autres, à huit spores ou à un nombre plus considérable et inconstant.

La forme des spores est spécifiquement déterminée; mais, chez les Myxosporidies des tissus, particulièrement, il peut se présenter dans leur constitution des anomalies portant sur la forme de l'enveloppe, le nombre et la situation des capsules,

capsule, a la forme d'un véritable cône relativement court: il est creux, et sa cavité se continue avec celle de la capsule. Cette forme et cette épaisseur du filament ont permis à Thélohan de constater nettement, chez cette espèce, *que les parois du filament se continuent avec celles de la capsule et que sa sortie a lieu par dévagination*, cette espèce d'appendice se retournant en doigt de gant pour arriver à l'extérieur, observation que sa trop grande minceur rend impossible sur les spores des autres Myxosporidies.

[1] Bedot. *Recherches sur les cellules urticantes.* Rec. Zool. Suisse, 1888.

etc... M. Balbiani a constaté que, lorsqu'une même espèce de Myxosporidie se développe dans divers organes d'un même poisson, les individus parasites des organes plus profonds présentent, dans leurs spores, une dégradation manifeste par rapport aux individus parasites des organes plus superficiels.

II. — Classification.

Thélohan a basé sur la morphologie des spores la classification qui semble aujourd'hui la plus naturelle. Il a divisé les Myxosporidies en 4 familles, dont on peut résumer la définition dans le tableau suivant :

Spores piriformes, avec une seule capsule polaire ordinairement non apparente sans le secours de réactifs; dans le protoplasma, à la grosse extrémité, une vacuole claire *non colorable* en rouge brun par l'iode. Glugéidées.
Spores à 1 ou 2 capsules, ayant dans leur protoplasma une vacuole à contenu *colorable* en rouge brun par l'iode. Myxobolidées.
Spores n'ayant pas de vacuole dans le protoplasma :
α 2 capsules polaires. Myxididées.
β 4 capsules polaires. Chloromyxidées.

La famille des Glugéidées est devenue très intéressante par la découverte récente, due à Thélohan, de la nature myxosporidienne du parasite de la pébrine des vers à soie. M. Balbiani avait déjà placé ce parasite dans les Sporozoaires à côté des Myxosporidies ; il l'avait réuni à d'autres Sporozoaires, la plupart parasites d'Arthropodes, sous le nom de *Microsporidies* ou *Psorospermies des Articulés*. Thélohan a découvert une capsule à filament dans les spores des *Microsporidies*.

III. — Habitat, siège, rôle pathogène.

Les Myxosporidies ne se rencontrent pas seulement dans les Poissons (sauf les Myxobolidées) ; on en trouve aussi chez des Amphibies, des Reptiles, divers Arthropodes, un Bryozoaire; Lieberkühn en a observé chez un Ver (*Naïs Proboscidea*) ; il semble qu'il n'y en a pas chez les Vertébrés à sang chaud.

Nous ne connaissons pas d'espèce de Myxosporidies pouvant vivre indifféremment dans deux hôtes qui appartiennent à deux groupes zoologiques aussi différents que les Poissons et les Crustacés par exemple, mais il y a des espèces qui peuvent être parasites de plusieurs poissons très distincts ; d'autres ne peuvent exister que dans une espèce déterminée, et même, quelquefois, dans un seul organe ou un seul tissu de cette espèce déterminée [1].

Plusieurs Myxosporidies d'espèces différentes peuvent cohabiter chez un même hôte, soit dans des organes ou des tissus différents pour chaque parasite, soit dans le même organe et le même tissu.

Thélohan a étudié très longuement le rôle pathogène des Myxosporidies des tissus particulièrement. Le plus souvent, il est probable que ces parasites nuisent surtout à leur hôte d'une manière indirecte et purement mécanique; ils favorisent dans certains cas une infection microbienne secondaire très dangereuse (maladie des Barbeaux).

IV. — Évolution de l'individu; infection.

Les spores mûres peuvent tomber dans le milieu extérieur, soit naturellement, si le parasite habite la vésicule biliaire ou urinaire, soit par rupture de kystes superficiels, soit enfin par dissociation du corps de l'hôte après sa mort.

Dans des conditions convenables, — et, d'après Thélohan, ces conditions ne se trouveraient réalisées que dans le tube digestif d'un nouvel hôte ayant avalé la spore, — celle-ci s'ouvre par déhiscence des valves, comme l'a observé Lieberkühn, et laisse sortir son corps protoplasmique qui ressemble à une amibe. Cette masse amiboïde pénétrerait dans le corps de l'hôte, gagnerait un tissu, un organe déterminé, et s'y développerait petit à petit tout en divisant son noyau en noyaux de plus en plus nombreux. M. Balbiani a suivi le développement de ces masses amiboïdes dans les nageoires de la Tanche. Une Myxosporidie complète proviendrait donc du corps protoplasmique d'une spore de Myxosporidie. Nous avons vu comment se fait la sporulation. Le cycle évolutif est fermé. (Il est bien connu pour le *Glugea Bombycis* de la pébrine.) Nous ne savons pas si le parasite, une fois installé dans un hôte, peut s'y multiplier et y produire de nouveaux *individus* de Myxosporidies. Il semble probable que cette multiplication est possible.

Tel est, rapidement résumé, l'état de nos connaissances sur cette classe de Sporozoaires, dans laquelle les recherches de Thélohan surtout ont apporté la lumière, mais où il reste encore beaucoup à découvrir.

Félix Le Dantec,
Maître de Conférences de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Lyon.

[1] On a trouvé des Myxosporidies dans tous les tissus, sauf peut-être le nerveux; des recherches récentes ont même semblé prouver que ce dernier tissu pouvait être infecté (*Polyneuritis parasitica* trouvé par L. Pfeiffer dans les nerfs du *Thymallus vulgaris*).

REVUE ANNUELLE DE GÉOLOGIE

Rien ne permet mieux de se rendre compte des progrès réalisés par les sciences géologiques en ces dernières années qu'une comparaison entre deux éditions successives d'un manuel comme celui de Dana, ou même d'un ouvrage de vulgarisation, tel que l' « Erdgeschichte » de Neumayr.

La quatrième édition du célèbre *Manuel de Géologie* de James D. Dana [1], publiée bien peu de temps avant la mort du grand savant américain, reflète surtout les progrès de la géologie aux États-Unis. Beaucoup de chapitres du livre sont entièrement remaniés, notamment la description des terrains, qui est basée en grande partie sur les « Correlation Papers » que publie le U. S. Geological Survey.

L' « *Erdgeschichte* », l'histoire de la Terre, de Melchior Neumayr — connue surtout en France par les adaptations que M. Priem en a publiées sous les titres de « la Terre, la Mer et les Continents » et de « la Terre avant l'apparition de l'Homme » — est sans conteste le meilleur ouvrage de vulgarisation que nous possédions en géologie. La publication, parue déjà en 1886, avait besoin d'une nouvelle mise au point, en harmonie avec les plus récents travaux. Nul mieux que M. Uhlig [2], un des élèves les plus distingués du regretté géologue et paléontologiste viennois, n'était qualifié pour mener à bonne fin cette tâche. Parmi les chapitres qui ont été l'objet des plus nombreux remaniements, on peut citer ceux qui ont trait au Dévonien, au Trias, aux chaînes de montagnes. Les chapitres relatifs au système jurassique et à la formation de la Méditerranée, qui étaient ceux dans lesquels Neumayr avait introduit le plus d'idées personnelles, ont été conservés à peu près intacts dans la nouvelle édition par un sentiment de piété de l'élève pour le maître que l'on ne saurait trop louer.

I. — Les phosphorites de Leipzig.

Tout ce qui a trait aux phosphates devient aujourd'hui une actualité ; aussi ne lira-t-on pas sans intérêt l'exposé d'une nouvelle théorie présentée par un savant géologue allemand, M. Hermann Credner [3], dans le but d'expliquer l'origine des nodules de phosphorites qui se trouvent en abondance dans les sables de l'Oligocène moyen des environs de Leipzig.

Les phosphorites de Leipzig se trouvent en place, sous forme de nodules isolés, au milieu d'un sable siliceux. Ces nodules sont constitués par une agglomération de grains de quartz, cimentés par du phosphate de chaux, auquel se trouvent mélangées des quantités assez considérables de carbonate de chaux. Une grande partie des nodules renferme au centre un creux correspondant à la disparition d'une coquille, qui n'a plus laissé que son moule externe et son moule interne. Ces moules proviennent, pour la plupart, de *Pectunculus Philippii* et d'*Aporrhais speciosa*. D'autres nodules contiennent, au centre, des dents, des écailles ou des os de poissons, ces derniers très altérés. La forme des concrétions dépend essentiellement de la forme des restes organiques inclus. On peut conclure de ces faits que les concrétions se sont formées autour d'un noyau organique, et qu'elles se sont formées — comme l'indiquent la disparition des coquilles et l'altération des ossements — aux dépens de ce noyau.

Il est manifeste que leur mode de formation est différent de celui des concrétions dans lesquelles le test est intact, et qui sont dues à la précipitation du phosphate de chaux contenu dans les eaux marines à la suite de la dissolution, par ces eaux, grâce à l'acide carbonique qu'elles renfermaient, du phosphate des ossements accumulés au fond de la mer [1].

M. Credner admet que, dans le cas des phosphorites de Leipzig, le carbonate de chaux, qui se trouve dans les concrétions, est emprunté au test des mollusques, tandis que le phosphate provient des parties squelettiques des poissons. Pour expliquer la dissolution et la précipitation de ces deux éléments, il fait intervenir l'acide carbonique et l'ammoniaque résultant de la décomposition de la matière organique des poissons. Une faible quantité du phosphate de chaux des ossements est dissoute par l'eau chargée d'acide carbonique ; en même temps, l'acide carbonique agissant sur l'ammoniaque donne naissance à du carbonate d'ammonium, qui, en présence du phosphate de calcium, donne du phosphate d'ammonium et du carbonate de calcium. Si l'acide carbonique est employé tout entier à faire du carbonate d'ammonium, ce der-

[1] James D. Dana. *Manual of Geology*. 4th edit., 1087 p. 1895.

[2] Melchior Neumayr, *Erdgeschichte*. 2te Auflage, neubearbeitet von Prof. Dr Viktor Uhlig, 2 vol. in-8°. Leipzig et Vienne. 1895. De nombreuses figures nouvelles ont été ajoutées à cette 2e édition.

[3] *Die Phosphoritknollen des Leipziger Mitteloligocäns*. Abh., d. math.-phys. Classe d. k. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. t. XXII, n° 1.

[1] V. l'article de M. de Lapparent : *Sur la formation de la craie phosphatée en Picardie*. *Revue générale des Sciences*, 30 juin 1891.

nier agit directement sur le phosphate des os et la même réaction se produit.

La solution de phosphate d'ammonium, filtrant à travers le sable, se trouve alors en contact avec le carbonate de calcium du test des mollusques en voie de dissolution, et il y a précipitation de phosphate de calcium sous forme de concrétion. D'autre part, le bicarbonate de calcium, filtrant à travers le sable, atteint le phosphate d'ammonium en voie de formation autour des os, et, dans ce cas, il y a précipitation du phosphate de calcium autour des restes de poissons. Les réactions indiquées expliquent donc le mode de formation simultané des deux catégories de concrétions. M. Credner a pu vérifier expérimentalement sa théorie en traitant par une solution de carbonate d'ammonium des cartilages ou des os de poissons ou du phosphate de chaux obtenu par précipitation.

Au bout de quelques semaines le phosphate de calcium était complètement dissous et il s'était déposé du carbonate de calcium sous forme de cristaux microscopiques de calcite. La solution contenait du phosphate d'ammonium, car, additionnée de bicarbonate de calcium, elle donnait un précipité de phosphate de calcium. Or, on sait que déjà Becquerel avait obtenu du phosphate de chaux en faisant agir de l'acide carbonique et du phosphate d'ammoniaque sur du calcaire.

M. Credner termine son travail par un aperçu sur les gisements de phosphates de l'Allemagne du Nord. Des phosphorites se trouvent à divers niveaux, depuis le Lias jusqu'à l'Oligocène; ils occupent surtout deux zones, l'une suivant les côtes de la Baltique, l'autre passant au nord du Harz. Ces deux zones sont évidemment continues en profondeur et ne sont actuellement séparées que par la couverture de terrains quaternaires, qui contient également des phosphorites à l'état remanié. Le gisement de Leipzig constitue, sans doute, une zone indépendante des deux autres.

II. — Les chevauchements.

Nous désignons habituellement en France, à défaut d'un terme plus heureux, sous le nom de *chevauchement* (en anglais : *thrust* ou *overthrust;* en allemand : *Ueberschiebung*), un mode de dislocation très répandu dans les régions plissées. On dit, en géologie, qu'il y a chevauchement lorsqu'une couche ou une série de couches est refoulée sur des couches plus récentes, de telle sorte que, le long d'une surface de glissement, l'on observe une superposition anormale, un recouvrement des terrains plus récents par les terrains plus anciens. Depuis les travaux grandioses de M. Heim sur le double pli de Glaris, on s'est habitué à considérer les chevauchements dont on connaissait depuis longtemps des exemples dans la Lusace, dans les Appalaches, dans le Jura suisse, comme le résultat de l'étirement du flanc inverse d'un pli déversé ou couché, étirement suivi d'une rupture supprimant entièrement le flanc inverse.

C'est en admettant cette interprétation des chevauchements qu'on a souvent désigné ces dislocations sous les noms de *pli-faille*, de *pli-faille inverse*.

M. Rothpletz, qui, en plusieurs circonstances, avait déjà employé toute sa dialectique à démontrer, pour le double pli de Glaris, la non-existence du flanc inverse étiré, et qui avait proposé de remplacer le terme de double pli par celui de double chevauchement (« Glarner Uberschiebung »), a consacré récemment tout un livre [1] à combattre la théorie des plis-failles. Ce livre, publié à un moment où les exemples de plis à flancs inverses étirés se multiplient de jour en jour (Dent du Midi, Chablais, environs de Christiania, etc.) est trop visiblement rédigé dans un esprit de polémique; on sent trop contre qui il a été écrit et la mauvaise humeur de l'auteur y perce à chaque page. M. Rothpletz, dans un exposé plein d'érudition, passe successivement en revue les principales régions dans lesquelles on observe des chevauchements : Alpes de Glaris, Sentis, Jura Suisse, Écosse, Saxe, massif rhénan et ardennais, Provence et Alpes françaises, Amérique du Nord. Cet exposé, quoique souvent empreint de partialité, rendra de grands services à toutes les personnes qui s'intéressent aux problèmes de la tectonique.

En s'élevant contre l'emploi de l'expression de pli-faille, M. Rothpletz fait une regrettable confusion entre le pli-faille proprement dit et le pli à flanc inverse étiré. Il y a là, bien entendu, deux termes d'une même série continue, allant du pli normal à flancs d'épaisseur égale au grand chevauchement horizontal; mais personne n'a jamais admis qu'un pli-faille supposât nécessairement, dans tous les cas, la préexistence réelle d'un pli à flanc inverse étiré, avec laminage préalable du flanc médian renversé. Si, dans bien des cas, le pli-faille n'est que le cas-limite de l'étirement du flanc inverse d'un pli couché, dans d'autres cas, probablement les plus nombreux, la rupture du pli a été brusque et le chevauchement le long de la surface de rupture a pu atteindre des proportions gigantesques, pour peu que les compressions horizontales aient continué à se faire sentir. Le chevauchement n'en est pas moins un pli-faille, puisqu'il y a eu pli préexistant, dont souvent les charnières primitives sont encore visibles. On pourra donc sans crainte continuer à employer

[1] A. Rothpletz. *Geotektonische Probleme.* 1 vol. in-8° 175 p., 107 fig. et 10 pl. Stuggard, 1894.

l'expression de pli-faille, qui est certainement celle qui convient le mieux dans les régions comme, par exemple, celle de Castellane (Basses-Alpes), dont M. Zürcher[1] vient tout récemment de faire connaître la structure dans une étude des plus remarquables, région dans laquelle la subordination des « lignes de discontinuité » aux plis est des plus manifestes.

Il est évident cependant qu'il ne faudrait pas chercher à attribuer la même origine à tous les chevauchements et qu'une fois de plus des causes différentes pourront avoir des effets semblables, voire même identiques. Aussi la classification des chevauchements donnée par M. Bayley Willis[2] dans son mémoire sur « le Mécanisme de la structure appalachienne » mérite-t-elle d'attirer notre attention. Voici les quatre catégories de chevauchements (*thrusts*) que distingue le géologue américain :

1° Chevauchement par coupure (*shear-thrust*). Les couches opposent par leur rigidité une résistance telle au plissement qu'elles sont coupées par un plan de faille oblique à la stratification, qui devient une surface de glissement. Ex. : Nord-Ouest des Highlands d'Écosse.

2° Chevauchement par rupture (*break-thrust*). La compression latérale détermine d'abord la formation d'un pli anticlinal, mais bientôt la flexibilité des couches, leur capacité de se plisser atteint son maximum et il se produit une rupture, suivie d'un chevauchement sur la surface de rupture. C'est le pli-faille, tel que nous l'avons défini plus haut. Ex. : Appalaches.

3° Chevauchement par étirement (*stretch-thrust*). C'est le plissement poussé à ses dernières limites, jusqu'à l'étirement du flanc renversé du pli. Ex. : double pli de Glaris.

4° Chevauchement par érosion préalable (*erosion-thrust*). L'érosion agissant sur la charnière d'un anticlinal assez surbaissé, cet anticlinal peut être chevauché par une couche rigide d'un synclinal adjacent, sous l'effet d'une simple poussée au vide.

Ce dernier type de chevauchement, dont on a signalé des exemples dans les Appalaches et qui correspond à l'interprétation que M. Mühlberg a donnée des chevauchements du Jura oriental, est évidemment un cas particulier, qui ne doit se présenter que dans les régions où le plissement s'est produit en plusieurs phases distinctes. Les trois premiers types, par contre, sont trois termes successifs d'une même série et doivent présenter tous les intermédiaires. La production d'un chevauchement suivant l'un ou l'autre des trois types dépendra essentiellement des conditions de rigidité ou de chargement des couches soumises à la compression latérale. M. Bailey Willis a cherché à réaliser expérimentalement ces conditions et, par de nombreuses expériences très judicieusement disposées, il a pu reproduire des types de dislocation identiques à ceux que l'on rencontre dans les régions de plissement intense. La place nous manque malheureusement pour résumer le travail de M. Bailey Willis et nous n'insisterons pas davantage sur les considérations théoriques et sur les lois de la « structure compétente » qui forment le fond de ce travail. Nous estimons d'ailleurs que des considérations théoriques de cette nature au sujet de la structure géologique d'une région ne sauraient sans inconvénient précéder l'étude de détail de cette région. Elles nous paraissent presque dépourvues d'intérêt tant qu'elles ne sont pas publiées sous forme de conclusions d'une étude monographique.

III. — Le massif du Ménez-Bélair, en Bretagne.

Depuis que M. Charles Barrois a publié, sur la carte géologique de la France au 1/1.000.000e, les premiers résultats de ses belles recherches sur la Bretagne, on sait qu'à la notion d'une presqu'île armoricaine constituée par deux grands plateaux et par deux grands bassins indépendants, doit être substituée celle d'une région comprenant une série nombreuse de petits synclinaux très étroits, parallèles entre eux et indéfiniment allongés de l'ouest à l'est. La carte de Bretagne prend ainsi l'aspect de la carte d'une région plissée du type dit « appalachien ». M. Barrois a pu établir que les grands traits de l'orographie sont dus à un ridement du sol, postérieur au Culm et antérieur au terrain houiller supérieur, mouvement qui refoula latéralement et en même temps toutes les strates, sur une largeur de plus de trois degrés de latitude, de la Normandie à la Vendée, en leur donnant une direction dominante uniforme[1] O.20° N.-E. 20° S. Si ces grandes lignes sont désormais bien établies, les détails de la structure du massif breton sont encore en grande partie insuffisamment connus ; aussi la première étude sur la tectonique d'une région déterminée de la Bretagne, que M. Barrois a publiée cette année, offre-t-elle

[1] Ph. Zürcher, *Note sur la structure de la région de Castellane*. Bull. Serv. Carte géol. n° 48, 37 p., 6 pl. 1895.

[2] Bailey Willis, *The Mechanics of Appalachian structure*. 13th ann. Report of the U. S. Geol. Survey, Part II, p. 211-281, pl. 46-96.

« Dans la littérature géologique, le terme de structure appalachienne évoque l'idée de couches comprimées en plis longs et étroits, généralement parallèles entre eux et quelquefois renversés ou chevauchés. »

[1] Charles Barrois, *Le bassin de Ménez-Bélair (Côtes-du-Nord et Ille-et-Vilaine)*. Ann. de la Soc. géol. du Nord, t. XXII, p. 181-350, pl. III-X.

tout l'attrait de la nouveauté. Cette étude magistrale est consacrée au bassin du Ménez-Bélair, sorte de détroit rétréci, long de 100 kilom., faisant communiquer le bassin carbonifère de Châteaulin avec celui de Laval, et remarquable à la fois par les caprices de son contour et par sa faible largeur, parfois réduite à 1 kilom. Il est constitué par une série d'assises siluriennes, dévoniennes et carbonifères, limitée de part et d'autre par les phyllades de St-Lô, d'âge précambrien. Mais le bassin du Bélair n'est pas un simple synclinal, sur les deux bords duquel la même série de couches est répétée en sens inverse : malgré la concordance apparente et le parallélisme des diverses bandes d'affleurement des terrains, on constate qu'il y a de nombreuses lacunes dans la série, en même temps que des réapparitions de certains termes, sous forme de nouvelles rayures parallèles. On voit, de plus, que le nombre et l'âge de ces diverses bandes ou rayures varient suivant les divers méridiens considérés et que, par conséquent, la structure de ce bassin n'est ni uniforme ni régulière, du N. au S. ou de l'O. à l'E.

Par la comparaison des coupes transversales, M. Barrois est arrivé à reconnaître que toutes ces coupes se déduisent rationnellement de la considération d'un *synclinorium* [1], déjeté au S. dans la portion occidentale, déjeté au N. dans la région orientale et débité ensuite uniformément par des failles, qui présentent toutes une inclinaison de 30 à 45° vers le N. Les tranches ainsi découpées par ces failles glissèrent les unes sur les autres de manière à déterminer un effondrement des tranches moyennes du synclinorium, comprises entre les tranches superficielles et les tranches les plus éloignées de la surface. Ces tranches profondes et les superficielles, abandonnées également en arrière, pendant le mouvement d'affaissement, furent plus tard balayées par les dénudations, qui ne respectèrent que les tranches affaissées, faisant ainsi partout disparaître les charnières des plis.

En réalité, le bassin de Bélair n'a jamais correspondu à un pli synclinal simple ; il dépend d'un synclinorium composé de plusieurs ondes synclinales parallèles, parmi lesquelles le pli de Gahard et le pli de Liffré, qui se suivent sans interruption d'un bout à l'autre du bassin. Tandis que le pli de Gahard ne contient en aucun point de formations plus récentes que le Dévonien, le pli de Liffré présente des couches carbonifères, qui reposent toujours directement sur le Silurien, sans interposition de Dévonien. Ce fait très remarquable montre d'une façon positive quelle énorme réduction superficielle les mouvements orogéniques ont fait subir au synclinorium de Bélair, puisque sa trace, réduite parfois à 1 kilomètre de largeur sur nos cartes, correspondait à deux bassins de dépôts parallèles et assez distincts pour que les mers dévoniennes se soient limitées à l'un et les mers carbonifères, à l'autre.

Enfin, on peut constater que la charnière synclinale du bassin de Bélair ondule verticalement dans le sens de sa longueur, présentant en trois points des convexités, séparées par des concavités. Par suite de ces dénivellations, on trouve, dans les trois tronçons surélevés, à la surface actuelle d'affleurement, des tranches plus voisines du fond de synclinorium que dans les tronçons compris entre eux. C'est pour cette raison que l'affleurement devient si étroit dans ces parties et relativement si large dans les régions intermédiaires ; ces affleurements représentent, en effet, dans ces deux cas, des sections horizontales, inégalement distantes de la charnière synclinale du bassin.

Les trois relèvements anticlinaux du bassin de Bélair coïncident exactement avec le prolongement, à travers le bassin du Bélair, de lignes anticlinales relevées indépendamment, au milieu des schistes précambriens et des gneiss, des axes anticlinaux de Fougères, de Dinan, de Saint-Malo. Ainsi la région de Bélair fournit un exemple curieux de *croisement et de superposition de deux systèmes de plis orogéniques*. Elle permet, de plus, de constater l'influence perturbatrice que ces deux systèmes ont exercée l'un sur l'autre et, par suite, de reconnaître leur superposition dans le temps. La torsion du synclinorium de Bélair, qui s'effectue précisément au passage du pli anticlinal de Fougères, établit nettement la postériorité du plissement de Fougères à celui de Bélair, puisque celui-ci a été dérangé par le passage du premier.

Ce fut pendant la seconde moitié des temps carbonifères (après le Culm), sans qu'il soit encore possible d'en préciser les moments, que se sont produits tous les ridements du sol qui déterminèrent les grands traits de l'orographie bretonne. Ces mouvements doivent se rattacher à deux systèmes de plis conjugués, à peu près contemporains : le plus ancien dirigé N.-O. (axes de Gahard, de Liffré), l'autre dirigé N.-E. (axes de Saint-Malo, de Dinan, de Fougères, de Rennes). Les traces du second étant mieux conservées au nord de la Bretagne (région naturelle du Léon), M. Barrois l'a désigné sous le nom de *système du Léon ;* celles du premier, étant plus marquées sur les côtes méridionales du pays (Cornouaille bretonne), ont été réunies sous le nom de *système de la Cornouaille.*

Il importe de constater que ces deux systèmes de plis conjugués ne sont pas orthogonaux et

[1] Série de plis dont l'ensemble se comporte comme un synclinal.

qu'ils tendent à se rapprocher d'une direction moyenne commune O.-E., correspondant à l'allongement de la presqu'île armoricaine.

Les synclinaux du système de la Cornouaille sont affectés, dans le bassin de Bélair, par de nombreuses failles, qui se répartissent en failles d'étirement, failles de tassement et failles de décrochement. Les premières sont en relation intime avec la formation des plis et correspondent à leurs flancs inverses étirés. Il a déjà été question plus haut des failles de tassement, longitudinales et parallèles aux lignes directrices, de même que les failles d'étirement. Quant aux failles de décrochement, elles sont transversales et présentent, dans leur groupement en gerbes, une relation avec la torsion d'ensemble du bassin.

Tous ces accidents, plis et failles, doivent être considérés comme des manifestations différentes d'une même cause fondamentale; mais les plis et les failles d'étirement sont antérieurs à la venue du granite dans la région, tandis que les failles de tassement et de décrochement sont postgranitiques.

Cette intrusion du granite à l'époque carbonifère, postérieurement au ridement, est établie par les observations suivantes : le granite coupe transversalement les couches paléozoïques; les schistes sont transformés en schistes micacés-maclifères; mais, tandis qu'ils s'arrêtent brusquement au contact du granite, les assises interstratifiées de quartzite se poursuivent dans le massif granitique, où elles constituent des crêtes quartzeuses remarquables. Les failles de tassement et de décrochement ont affecté en plusieurs points les masses granitiques. Ces masses elliptiques sont disposées en chapelets parallèles, alignés suivant des directions coïncidant exactement, voire même comme position, avec les axes anticlinaux du système du Léon, coupant par conséquent obliquement l'axe du synclinorium de Bélair.

Si les granites ont effectué leur mise en place suivant les anticlinaux, à la faveur des derniers grands mouvements de plissement, l'ascension du magma en fusion qui a produit les diabases de la région, en filons innombrables, est en relation avec un autre mouvement du sol, postérieur aux ridements de la Cornouaille et du Léon : elle a été déterminée par les effondrements des tranches médianes des plis synclinaux, dont les failles d'affaissement ont fourni la preuve. Le magma profita pour son ascension des failles de décrochement, ouvertes antérieurement dans la région, lors de la propagation du mouvement de torsion subi par le bassin du Bélair.

On voit, en somme, que les accidents de plissement, de torsion et ceux qui déterminèrent les failles, comme aussi la mise en place des roches cristallines massives, sont le résultat d'un même mouvement, d'un effort dont le sens a été constant et dont l'expression extérieure a seule varié.

IV. — La colline de Turin

Les collines du Monferrat et, en particulier, la colline de Turin, qui surgissent au milieu de la plaine du Pô, ont attiré, dès le commencement du siècle, l'attention des géologues. On a eu recours aux hypothèses les plus diverses pour expliquer l'isolement de ces collines au milieu d'une plaine alluviale limitée au nord et à l'est par la concavité de l'arc alpin, au sud par l'Apennin ligure, et les accumulations de conglomérats qui prennent une part très considérable dans leur constitution. Aucune de ces hypothèses n'a paru satisfaisante à M. Virgilio, qui a consacré un volume très remarquable[1] à l'étude du mode de formation de la colline de Turin.

Toutes les hypothèses tendant à expliquer la genèse des conglomérats oligocènes et miocènes de la colline de Turin devront, d'après l'auteur, tenir compte des faits suivants, qui sont établis d'une manière indubitable :

Les conglomérats se sont formés sous les eaux de la mer pendant la période oligocène et une partie de la période miocène; leurs bancs sont dépourvus de fossiles marins, qui, par contre, se trouvent en abondance dans les couches marneuses et sableuses intercalées. Les éléments des conglomérats sont, en général, de vrais cailloux roulés, de dimensions variables. Les blocs non roulés, en partie à angles non arrondis, souvent de grande taille, épars sur les flancs des collines, sont des restes de bancs de conglomérats détruits par l'érosion. Les cailloux proviennent, en majeure partie, de roches alpines existant en place sur le versant italien depuis les Alpes Maritimes jusqu'aux Alpes Lépontiennes; en moindre partie, de roches des Apennins et en partie tout à fait minime de roches en place dans les collines mêmes. L'élément serpentineux est prédominant. La présence de véritables cailloux glaciaires peut être niée.

Au point de vue tectonique, la colline de Turin est un pli anticlinal dont le flanc nord est plus incliné et moins développé que le flanc sud. Dans les deux flancs l'inclinaison des diverses assises va en augmentant de l'extérieur vers l'intérieur dans la direction de l'axe.

Le climat qui régnait pendant toute la longue

[1] Virgilio : *La collina di Torino in rapporto alle Alpi, all'Appennino ed alla pianura del Po.* 1 vol. in-8°, 159 p., 1 pl. Turin, 1895.— Id. : *Argomenti in appoggio della nuova ipotesi sulla origine della collina di Torino.* Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino, vol. XXX, 19 mai 1895.

période durant laquelle se formaient les conglomérats était intertropical et d'au moins 11° plus chaud que la température moyenne actuelle.

La nature des éléments roulés indique avec évidence un transport lointain, mais les hypothèses impliquant un transport par des cours d'eau ou par des glaces doivent être écartées. La principale difficulté que rencontre l'interprétation des conglomérats réside évidemment dans leur grand éloignement de la côte et dans l'impossibilité d'admettre l'existence d'une île émergée sur l'emplacement actuel des collines du Monferrat, antérieurement à l'époque tortonienne, en raison de la continuité des couches contenant les éléments roulés. M. Virgilio a eu recours à une interprétation extrêmement ingénieuse : il considère les galets comme formés sur le littoral même de la mer oligocène et miocène, tant sous l'influence des vagues que par suite d'apports torrentiels venant de la terre ferme. Un écoulement lent se produisant sur le fond incliné de la mer aurait ensuite amené les amas de cailloux, englobés dans une vase mouvante, du littoral au centre du bassin, c'est-à-dire du bord interne, oriental et méridional de l'arc alpin et du bord externe septentrional de l'Apennin ligure à leur emplacement actuel, où les éléments de provenances différentes se seraient plus ou moins mélangés.

Voici par quelles phases[1] aurait passé successivement la région occupée actuellement par la colline de Turin depuis la fin de l'époque éocène, c'est-à-dire depuis le moment où, par suite des premiers plissements alpins, le bassin du Pô se trouvait circonscrit à peu près dans ses limites actuelles :

A l'époque tongrienne se déposèrent, sur les côtes, sur un fond constitué par des dépôts antétertiaires et éocènes, des calcaires et des marnes scaglieuses, puis des conglomérats à petits éléments de provenance alpine (environs du lac Majeur) ou apenninique. Peu à peu ces conglomérats tongriens, formés dans le voisinage des rivages par les torrents venant des Alpes et des Apennins, s'écoulèrent lentement sur le fond de la mer vers le centre du bassin. Les dépôts aquitaniens, contenant des conglomérats à plus gros éléments que les comglomérats tongriens et formés dans des conditions analogues, s'accumulèrent sur le littoral, exerçant une pression sur les dépôts sous-jacents, facilitant ainsi la continuation du phénomène d'écoulement sur un plan incliné vers le centre du bassin.

Les dépôts langhiens continuèrent à exercer cette même pression, qui détermina finalement la rencontre et le mélange des éléments alpins et de ceux qui provenaient du versant nord de l'Apennin.

Par suite de l'existence de deux poussées agissant en sens inverse, cette rencontre donna lieu à la formation, à l'époque helvétienne, d'un premier bourrelet, occupant l'emplacement actuel de la colline de Turin. En même temps se déposaient sur les côtes, en alternances avec des marnes grises et des mollasses, des conglomérats à très gros éléments et à arêtes vives, dont le glissement vers le centre du bassin était facilité par la présence des marnes intercalées dans la série.

A l'époque tortonienne, la colline de Turin a dû commencer à émerger du sein de la mer, car les argiles tortoniennes font entièrement défaut sur son versant nord-ouest. Le mouvement de plissement atteignant son maximum dans les Apennins, et surtout dans les Alpes, à la fin de la période miocène et l'émersion de la colline de Turin s'accentuant de plus en plus, la pente du fond de la mer, allant des côtes vers le centre du bassin, devait nécessairement devenir plus considérable, de telle sorte que l'écoulement vers la colline de Turin des matériaux déposés sur les rivages devait avoir lieu encore plus facilement qu'aux époques précédentes. Par suite de l'accentuation du plissement, le bassin s'approfondissait graduellement, de telle sorte que, au début du pliocène, des argiles de mer profonde pouvaient se déposer sur tout le pourtour de la colline.

A la fin de la période pliocène les couches ont atteint leur position actuelle et la mer, qui occupait l'emplacement actuel de la vallée du Pô, s'est comblée progressivement par l'accumulation de formations détritiques.

A l'époque quaternaire, sous l'action des agents atmosphériques, la colline de Turin prend son relief actuel. Les puissants dépôts de lœss qui recouvrent les formations tertiaires doivent être attribués, selon l'auteur, au ruissellement superficiel résultant de la fonte annuelle des neiges, vers la fin de la période glaciaire.

Comme on a pu le voir, M. Virgilio est un fervent adepte des théories de Reyer[1], d'après lesquelles les phénomènes de plissement seraient principalement attribuables à un écoulement des masses stratifiées sur un plan incliné, sous la simple action de la pesanteur.

V. — La série sédimentaire dans l'Asie centrale.

Les chaînes de montagnes qui s'élèvent au nord de l'Himalaya, dans le Turkestan et dans le Thibet,

[1] Ces phases successives sont illustrées au moyen d'une série de coupes publiées par l'auteur dans sa note supplémentaire.

[1] V. l'article de M. W. Kilian sur *les Essais de géologie expérimentale de M. Reyer*, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 juillet 1893.

n'ont encore été visitées que par un nombre fort limité d'explorateurs, et deux géologues seulement ont exploré ces régions inhospitalières : Stoliczka, il y a plus de vingt ans, et, plus récemment M. Bogdanovitch. Ils ont recueilli, dans le Kuen-Lun occidental, dans le Pamir et dans les chaînes méridionales du Tian-Chan, des fossiles qui ont été communiqués à M. Suess[1]. L'illustre géologue viennois a étudié ces séries paléontologiques avec la collaboration de quelques spécialistes (MM. Frech, von Mojsisovics, Teller et Uhlig), et, quelque rudimentaires que fussent ces matériaux, ils lui ont permis de reconstituer dans ses grands traits l'histoire stratigraphique de l'Asie centrale.

M. Bogdanovitch a reconnu dans le Kuen-Lun occidental deux grandes transgressions : la transgression du Kuen-Lun, qui vient se placer au début du Dévonien moyen, et la transgression thibétaine, qui a eu lieu après le dépôt de l'étage moscovien à *Productus semireticulatus*.

On peut se convaincre, d'après un savant exposé dû à M. Frech et intercalé dans le mémoire de M. Suess, que la transgression du Dévonien moyen est un phénomène tout à fait général dans l'hémisphère nord et qu'elle n'est que le prélude de la transgression plus étendue encore du Dévonien supérieur. Dans le Tian-Chan et dans le Kuen-Lun, le Dévonien moyen est le terrain sédimentaire le plus ancien dont on connaisse des fossiles ; il fait suite immédiatement à une formation détritique par laquelle débute la série transgressive qui repose en discordance sur les schistes cristallins. Plusieurs localités sont très fossilifères et ont fourni de nombreux Polypiers et des Brachiopodes déterminés par M. Frech, et qui tous sont très voisins d'espèces de l'Europe centrale et souvent même identiques. Le Dévonien supérieur n'est pas connu encore dans l'Asie centrale.

Le Carbonifère inférieur (Dinantien, Munier-Chalmas et de Lapparent) est représenté dans le Tian-Chan et dans le Kuen-Lun par des calcaires à *Chonetes comoides* et *Streptorhynchus crenistria;* le Carbonifère moyen (Moscovien), par des calcaires à *Productus semireticulatus* et Fusulines. C'est au-dessus de ce niveau que vient se placer la transgression thibétaine de M. Bogdanovitch ; les grès rouges et les conglomérats carbonifères supérieurs du Kuen-Lun reposent en discordance sur le Carbonifère moyen. On sait que, dans l'Europe occidentale, d'importants mouvements se font également sentir à l'époque du Carbonifère moyen, et que le Carbonifère supérieur est généralement concordant avec le Permien. Dans l'Asie centrale, il paraît en être de même, mais la généralité du fait ne pourra être affirmée que lorsque l'âge de certaines couches transgressives, telles que les calcaires à Brachiopodes du fleuve Gussass, dans le Kuen-Lun occidental, sera déterminé avec certitude.

Des marbres rouges signalés par Stoliczka au nord du col de Karakorum contiennent des *Xenodiscus* et un *Gastrioceras*, et sont considérés par M. von Mojsisovics comme permiens.

Le Trias du Pamir oriental présente des caractères essentiellement alpins ; on y signale des calcaires à Brachiopodes contenant des *Halorella* en partie identiques à des espèces du Trias supérieur des Alpes orientales, ainsi que des bancs à *Monotis salinaria*, forme bien connue du Salzkammergut.

La découverte, sur les rives du Karakash, d'Ammonites calloviennes, déterminées par M. Uhlig, pourrait indiquer que la grande transgression callovienne s'est également fait sentir dans l'Asie centrale.

Enfin, sur les bords de la dépression du Tarym, l'Éocène est représenté par des grès contenant des huîtres, parmi lesquelles M. Suess a pu reconnaître la *Gryphæa Esterhazyi*, espèce caractéristique des couches à *Nummulites perforata* de Hongrie.

On voit par cet aperçu que les mers primaires, secondaires et tertiaires de l'Asie centrale contenaient des faunes présentant le plus souvent des analogies frappantes avec les faunes synchroniques des mers de l'Europe. Les principales discordances dans la série sédentaire paraissent s'être produites simultanément dans l'Europe occidentale et dans l'Asie centrale. Enfin, l'on retrouve, aussi bien dans les chaînes plissées de l'Himalaya et du Thibet que dans les régions de l'Europe affectées par les plissements alpins, les traces d'une mer parallèle à l'équateur, réunissant les deux bords du Pacifique, en passant par les Antilles, l'Europe méridionale, et traversant l'Asie en écharpe. Cette mer, à laquelle M. Suess a donné récemment le nom de *Thetys*, paraît s'être morcelée à l'époque tertiaire, et la Méditerranée en serait un tronçon, tandis que l'Atlantique et l'océan Indien se sont formés sur l'emplacement de continents qui existaient pendant toute la durée de l'ère secondaire.

Le moment précis de la séparation des eaux de la Méditerranée de celles des mers plus orientales ne peut encore être déterminé avec certitude, mais on peut affirmer, grâce à la découverte de la *Gryphæa Esterhazyi* sur les bords de la dépression du Tarym, qu'à l'époque éocène la mer qui recouvrait la région alpine s'étendait vers l'est, au moins jusqu'à ce point extrême. A cette époque,

[1] E. Suess. *Beiträge zur Stratigraphie Central-Asiens.* Denkschr. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. Wiss. Vol. LXI. 38 p. 1 pl. 1894.

l'océan Indien était certainement déjà ébauché, par suite de l'effondrement de l'ancienne Indo-Afrique.

VI. — Les dépôts glaciaires des Alpes et des Pyrénées.

A la suite du Congrès géologique international de Zurich, eut lieu, du 17 au 23 septembre 1894, sous la direction de MM. Penck, Brückner et Du Pasquier, une « excursion glaciaire » destinée à faire connaître aux participants les régions des Alpes méridionales et septentrionales qui sont les plus propres à l'étude de la succession et de la disposition des formations glaciaires.

Cette excursion, qui partit de Lugano pour aboutir à Munich, en passant par Ivrée, Milan, Riva, Innsbruck, fut couronnée d'un plein succès et eut pour résultat de consacrer définitivement certaines notions exposées déjà dans plusieurs ouvrages spéciaux, mais insuffisamment connues de la majorité des géologues.

Mieux que l'excursion, dont le nombre des participants fut forcément restreint, un Guide, publié en vue de cette excursion par MM. Penck, Brückner et du Pasquier[1], contribuera à répandre ces notions. Ce sont les principales données contenues dans ce Guide que nous allons entreprendre de résumer ici.

Les auteurs du Guide distinguent, au point de vue de leur origine, parmi les dépôts glaciaires alpins, deux catégories :

1° *Les dépôts glaciaires proprement dits*, généralement non stratifiés et à éléments non calibrés, caractérisés par la présence de cailloux polis et striés, souvent aussi par celle de fragments de roches venant de très loin et imparfaitement roulés. Ce sont les produits du glacier lui-même, ses anciennes moraines.

2° Les *dépôts fluvio-glaciaires*, formations glaciaires remaniées par les eaux courantes, composées en conséquence d'éléments erratiques usés, roulés, arrondis et déposés comme les galets d'un cours d'eau en couches horizontales alternant souvent avec des lits à structure inclinée (stratification torrentielle).

Le glaciaire proprement dit présente une surface irrégulière, onduleuse, composée d'une succession de monticules et de vallons marécageux, plus ou moins parallèles ou concentriques. C'est ce que Desor appelait le *paysage morainique*. Ce paysage morainique entoure une région intérieure en cuvette, souvent occupée par un lac et nommée pour cette raison la *dépression centrale*. De ce groupement de formes résulte quelque chose d'analogue à un amphithéâtre, si bien que l'ensemble de la dépression centrale et de sa circonvallation de moraines a souvent été désigné sous le nom d'*amphithéâtre morainique*.

A l'extérieur, à l'aval de l'amphithéâtre, s'appuie le fluvio-glaciaire, formant, à une altitude bien supérieure à celle du fond de la dépression centrale, un vaste plan incliné descendant des moraines. C'est un cône de déjection portant encore des moraines : le *cône de transition*, qui correspond à une zone de passage du glaciaire au fluvio-glaciaire, zone caractérisée souvent par des alternances de ces deux formations. En aval, ce cône devient de plus en plus plat à mesure que sa structure intérieure gagne en régularité de stratification; c'est la région du fluvio-glaciaire proprement dit, des alluvions glaciaires, formant de vastes plaines ou des terrasses régulières.

Il est facile de se rendre compte de la genèse de ce « complexe » : devant le front du glacier, les torrents, surchargés de matériaux, alluvionnaient, tandis que le glacier lui-même déposait, sous forme de moraine terminale, tous les éléments qui n'étaient pas entraînés par les eaux courantes. Quant à l'espace occupé par le glacier, aucune accumulation ne s'y produisait et le glacier abandonnait après son retrait une surface déprimée, la dépression centrale, entourée par une circonvallation morainique et caractérisée par le polissage des roches qui la constituent. On conçoit que la circonvallation ait souvent endigué un lac.

Le bord alpin présente des exemples nombreux de cette disposition, les plus célèbres sont décrits dans le Guide et ont été visités par les participants à l'excursion. Nous mentionnerons surtout l'amphithéâtre morainique de l'ancien glacier de la Reuss, où la petite ville de Mellingen occupe le fond de la dépression centrale; celui du glacier de l'Inn, dont le centre est occupé par la ville de Rosenheim; puis, sur le versant méridional des Alpes, le célèbre amphithéâtre d'Ivrée et celui du lac de Garde, tous deux caractérisés par la hauteur énorme qu'atteignent les moraines au-dessus du niveau de la dépression centrale.

En amont des grandes moraines qui marquent la principale phase d'arrêt du glacier s'observent, de distance en distance, des séries de dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires tout à fait analogues à celle que nous venons de décrire, mais de dimensions beaucoup plus restreintes, et correspondant chacune à une phase d'arrêt dans le retrait des glaces. Ces complexes successifs s'imbriquent les uns sur les autres et constituent la série des

[1] Penck, Brückner et du Pasquier. *Le système glaciaire des Alpes, guide publié à l'occasion du Congrès géologique international.* Bull. de la Soc. des Sc. nat. de Neuchâtel. t. XXII, 1893-1894.

dépôts d'une seule et même glaciation, avec ses phases d'arrêt et de retrait; leur répétition ne saurait, en aucun cas, être considérée comme un indice de plusieurs glaciations successives, séparées les unes des autres par un profond hiatus géologique.

Pour démontrer l'existence, dans une même région, de plusieurs glaciations successives, il faut avoir recours à d'autres caractères et notamment au degré d'altération des dépôts.

On a pu constater que les formations glaciaires de la période quaternaire étaient généralement altérées jusqu'à une certaine profondeur, par suite d'une décalcification superficielle sous l'action des agents atmosphériques. D'une manière générale, l'altération des grandes moraines terminales de la glaciation alpine n'atteint qu'une épaisseur insignifiante; il n'en est pas de même pour certains dépôts que l'on rencontre au delà de la limite des moraines terminales: ce sont des cailloutis altérés superficiellement jusqu'à plusieurs mètres de profondeur, de telle façon que les éléments calcaires en ont disparu et qu'une grande quantité de galets cristallins sont entièrement décomposés, kaolinisés, devenus friables jusqu'à pouvoir être coupés au couteau. En raison de la prédominance des éléments ferrugineux résultant de la décalcification, ces produits d'altération ont reçu des géologues lombards le nom de *ferreto*. Ces dépôts altérés sont d'anciennes moraines, qui ont perdu sous l'influence du temps leurs formes adoucies; ainsi s'établit un contraste frappant entre ces *moraines extérieures* et les *moraines intérieures*, plus jeunes, qui ont conservé toute leur fraîcheur. Sur plusieurs points, on constate que les moraines externes altérées passent sous les moraines internes, ce qui établit bien leur antériorité. Dans d'autres cas, plus fréquents, la période d'altération des moraines externes fut suivie de puissants ravinements qui déterminèrent le creusement des vallées, dans la masse de ces moraines; les moraines internes furent déposées dans le fond de ces vallées, par conséquent à un niveau inférieur à celui occupé par les moraines externes. Il n'y a donc plus superposition, mais emboîtement des moraines et de leurs alluvions respectives les unes dans les autres.

Il importe de faire remarquer que l'on ne constate pas qu'une seule superposition : il y en a deux. Les moraines extérieures sont, en effet, divisées elles-mêmes en deux étages superposés ou emboîtés, séparés l'un de l'autre, aussi bien qu'ils le sont des moraines internes, soit par des couches d'altération subaérienne, soit par des ravinements profonds. On a ainsi, dans les Alpes, l'indice de *trois glaciations successives*. Les alluvions correspondant à ces trois périodes distinctes ont été désignées, les plus anciennes, sous le nom d'alluvions des plateaux (*Deckenschotter*), les moyennes sous celui d'alluvions des hautes terrasses, les plus récentes sous celui d'alluvions des basses terrasses. On a constaté que, vers l'amont, chacun de ces niveaux d'alluvions passait à des moraines indépendantes les unes des autres. Le Nord de la Suisse fournit des exemples nombreux de l'existence de trois terrasses fluvio-glaciaires distinctes et de leur emboîtement, et il en est de même de la région des lacs, dans la plaine lombardo-vénitienne; mais c'est surtout dans la plaine de Munich [1] que l'on observe la superposition, quelquefois dans une même coupe, des cailloutis correspondant aux trois glaciations. Ces trois cailloutis sont séparés les uns des autres par des couches de lehm d'altération ; le plus ancien est le plus conglomeré et se distingue par la rareté des éléments cristallins ; chacun est superficiellement altéré : la couche d'altération qui le sépare des dépôts plus récents est la plus épaisse dans le « Deckenschotter » ; elle est la plus mince dans l'alluvion fluvio-glaciaire la plus récente.

On connaît depuis longtemps, dans les Alpes françaises, grâce surtout aux observations d'Alphonse Favre, de Charles Lory, de Charles Martins, de MM. Falsan et Chantre et, plus récemment, de M. David Martin, de puissantes masses de dépôts glaciaires, témoins d'une ancienne et très considérable extension des glaciers; mais personne n'avait tenté de coordonner systématiquement les différents termes de la série glaciaire ni d'y voir les traces de plusieurs glaciations successives. Cette lacune vient d'être comblée au moins pour le bassin de la Durance, grâce aux remarquables observations de MM. W. Kilian et A. Penck [2], qui ont montré que la vallée de la Durance méritait de devenir un type classique pour l'étude de la succession des dépôts glaciaires.

Dans les environs de Sisteron, ces auteurs ont distingué trois terrasses de graviers, dont la plus ancienne correspond, par sa position et par ses caractères d'altération, au Deckenschotter. Elles sont généralement séparées par des affleurements du substratum, elles sont plus ou moins conglomérées et l'on trouve, dans les deux dernières, des blocs remaniés de conglomérat, provenant des terrasses préexistantes. Leur pente est plus grande que celle de la vallée actuelle.

[1] Sous le titre « *Die Gegend von München*, » M. L. von Ammon vient de publier un bel ouvrage (in-8°, 152 p., 1 carte, 6 pl. en phototypie, 12 fig.) sur les environs de Munich, dans lequel l'étude des reliefs glaciaires tient une place considérable.

[2] *Les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires du bassin de la Durance*, Comptes rendus Acad. Sc., 17 juin 1895.

Le Deckenschotter occupe une position très élevée au-dessus du thalweg actuel de la Durance et paraît antérieur au creusement de la vallée. La haute terrasse domine de 80 à 100 mètres le lit de la Durance; elle passe en amont à de véritables moraines, qui n'ont pas conservé la fraîcheur des moraines internes; quant aux alluvions elles-mêmes, leur altération superficielle atteint 1 à 2 mètres. La basse terrasse s'abaisse jusqu'au niveau des alluvions modernes, l'altération y est très superficielle; elle s'adosse en amont à un triple rempart de moraines frontales, qui forme au Poët un véritable amphithéâtre morainique, avec pente douce vers l'aval et versant abrupt vers l'amont. En arrière, s'ouvre la dépression centrale, large et tapissée de glaciaire, sous lequel les graviers de la basse terrasse se continuent, mais ne tardent pas à se terminer en biseau, de sorte que, en amont de la Saulce, aucune des trois terrasses n'est plus visible. Mais plus haut, entre Montdauphin et Embrun, des alluvions fortement cimentées prennent un grand développement, occupant un niveau de 80 à 130 mètres plus élevé que le lit actuel de la Durance. Elles sont superposées à des moraines de front typiques et supportent elles-mêmes d'autres dépôts glaciaires qui reposent sur leur surface polie et coupée obliquement à la stratification. La terrasse interglaciaire d'Embrun-Montdauphin correspond à un retrait d'au moins 70 kilomètres du glacier de la Durance et constitue une preuve incontestable de la pluralité des glaciations dans cette partie des Alpes françaises.

L'existence de deux terrasses alluviales avait été reconnue, il y a longtemps déjà, dans les Pyrénées, par Noulet et par Leymerie. Aux environs de Toulouse, ces terrasses sont situées, l'une à 12 mètres, l'autre à 28 mètres au-dessus du niveau de la basse plaine. M. Boule [1] s'est attaché à les suivre en amont aussi loin que possible et les a retrouvées dans la région qui touche aux montagnes l'une à 15 mètres, l'autre à 50 mètres environ au-dessus du niveau de la Garonne. Il a pu constater que la terrasse inférieure se reliait en amont, par l'intermédiaire d'un cône fluvio-glaciaire, avec la belle moraine de Labroquère. La terrasse supérieure présente des caractères d'altération qui dénotent une bien plus grande antiquité : tout semble indiquer qu'elle correspond à une phase d'extension glaciaire plus ancienne que celle qui correspond à la terrasse inférieure; mais les moraines qui représentent cette extension sont encore inconnues.

Il paraît y avoir dans les Pyrénées, comme dans les Alpes, des indices d'une glaciation encore plus ancienne. La surface des plateaux de Lannemezan, d'Orignac, etc., est recouverte d'un manteau épais d'alluvions à très gros élements, dont la plupart ont disparu par décomposition; seuls de nombreux blocs de quartzite, souvent de grande dimension, ont résisté et jonchent la surface du plateau. Ces blocs, souvent à peine dégrossis et présentant, à côté de faces arrondies, des arêtes vives, doivent être considérés comme de véritables blocs erratiques. Leur présence sur les plateaux de Lannemezan ne peut s'expliquer que par un transport glaciaire, car, pour arriver à leur gisement actuel, ils ont dû franchir de longues distances, traverser toute la partie calcaire des Pyrénées, sans perdre leurs arêtes vives. La position des alluvions de Lannemezan indique que la direction des vallées anciennes des Pyrénées devait concorder à peu près avec celle des grandes vallées actuelles.

Ainsi, M. Boule a été le premier à reconnaître, dans une région française, la trace de trois glaciations successives; mais, tandis que, dans les Alpes, on ne peut, la plupart du temps, fixer que l'âge relatif des trois formations glaciaires, M. Boule, plus heureux, a pu, dans les Pyrénées, grâce à des découvertes paléontologiques, déterminer l'âge absolu des trois formations.

L'âge de la terrasse inférieure, correspondant à la dernière époque glaciaire dans les Pyrénées, peut être établi avec certitude grâce à un certain nombre de restes d'*Elephas primigenius*. C'est l'époque où régnait en Europe la faune du Mammouth, avec le Rhinocéros à narines cloisonnées, l'Ours des cavernes, etc. Cette époque est nettement antérieure à ce que les préhistoriens appellent l'âge du Renne, lequel est marqué par une faune assez différente de celle du Mammouth et par une civilisation humaine toute spéciale. Une visite à la célèbre station du Schweizersbild, près de Schaffhouse, avait montré à M. Boule que, dans le Nord de la Suisse, l'Homme de l'âge du Renne ne s'était établi qu'après le retrait des derniers glaciers. Pour M. Steinmann, par contre, la faune de l'âge du Renne doit être considérée comme interglaciaire. Or, M. Boule et d'autres savants ont pu constater que, dans les Pyrénées, les grottes qui abritèrent la faune du Renne, à l'époque où le glacier de la Garonne édifiait les moraines de Labroquère, étaient enfoncées sous une épaisse couche de glaces et de névés. Ces grottes n'ont été habitées que postérieurement au retrait des glaciers, et leur faune est si identique à celle de l'âge du Renne en Suisse qu'il est impossible de ne pas admettre le synchronisme des gisements dans les deux pays.

[1] Marcellin Boule, *Le Plateau de Lannemezan et les alluvions anciennes des hautes vallées de la Garonne et de la Neste*. Bull. Serv. Carte géol., n° 43, 23 p., 4 pl. 1895.

Les alluvions de la terrasse supérieure n'ont pas encore fourni de fossiles, mais elles sont ravinées par une argile jaune contenant des ossements de la faune qui accompagne partout dans le Midi de la France l'Ours des cavernes et sont, par conséquent, plus anciennes et appartiennent au Pléistocène le plus inférieur.

Enfin, les alluvions du Lannemezan doivent être considérées comme pliocènes, car elles reposent sur des couches contenant une faune du Miocène supérieur et sont antérieures au creusement des vallées sur le flanc desquelles on a trouvé la faune chaude du Quaternaire le plus ancien.

VII. — Les phénomènes de contact de la Lherzolithe.

Depuis le mémoire classique de M. Damour, la composition minéralogique de la lherzolithe (olivine, bronzite, diopside chromifère vert et spinelle noir) est bien connue ; mais on ne possédait encore que des données assez vagues sur les conditions de gisement, sur l'âge et sur les phénomènes de contact de cette célèbre roche pyrénéenne. M. Lacroix vient de combler cette lacune en publiant sur la lherzolithe deux mémoires d'une importance capitale [1].

Les principaux gisements de la lherzolithe dans les Pyrénées se trouvent dans l'Ariège et dans la Haute-Garonne ; les conditions de gisement sont remarquablement identiques partout où la roche peut être observée : elle se rencontre exclusivement dans les masses calcaires désignées par J. de Charpentier sous le nom de calcaire primitif et presque toujours sur leur lisière, non loin des granites ou schistes cristallins qui leur servent de substratum. L'âge de ces calcaires dits primitifs a été établi par MM. de Lacvivier et Roussel; leur composition stratigraphique est la suivante dans l'Ariège :

A. Brèche calcaire renfermant des fragments des roches anciennes lui servant de substratum et représentant probablement le Lias inférieur.

B. Calcaires gris ou noirs alternant avec des calcschistes, des schistes argileux ou des schistes gréseux et contenant des fossiles du Lias moyen.

C. Dolomies noirâtres et calcaires blancs souvent bréchiformes à divers niveaux, correspondant, d'après M. Roussel, à tout le Jurassique moyen et supérieur et au Néocomien.

La lherzolithe pénètre en bosses intrusives, dans les calcaires B qu'elle a métamorphosés, mais elle a toujours laissé intacte la série C dont les brèches contiennent des galets de la roche éruptive. L'âge liasique ou tout au plus jurassique moyen de la lherzolithe se trouve donc ainsi démontré avec certitude. Un certain nombre de coupes montre de plus que la lherzolithe n'est pas venue au jour. Les lherzolithes sont traversées fréquemment par des filons de pyroxénolithes et d'amphibololithes, c'est-à-dire de roches granitoïdes dépourvues à la fois de feldspath et d'olivine. En un seul point M. Lacroix a pu voir la lherzolithe traversée par des filons d'une roche feldspathique qui a la composition de la diorite.

La lherzolithe ne présente aucune modification endomorphe à son contact avec les roches sédimentaires; ces dernières ont, au contraire, subi au contact de la roche intrusive de profondes modifications exomorphes. Les calcaires et les marnes calcaires traversés par la lherzolithe sont transformés en calcaires cristallins ou, le plus souvent, en roches entièrement silicatées, telles que cornéennes ou schistes micacés. Toutes ces roches de contact contiennent les minéraux suivants, associés d'ailleurs, suivant les gisements, des manières les plus diverses : dipyre, feldspaths, micas, amphiboles, pyroxènes, tourmaline, rutile, etc. Dans les roches de contact immédiat le pigment charbonneux qui les colorait avant leur transformation a disparu; il n'en est plus de même quand on étudie ces roches à quelques centaines de mètres de la lherzolithe : la matière charbonneuse y est alors intacte ou transformée en graphite. Toutes les fissures des roches métamorphiques, y compris les calcaires, aussi bien au contact de la lherzolithe que loin d'elle, sont tapissées de nombreux cristaux de zéolithes, parmi lesquels domine la chabasie.

Ces phénomènes de contact sont totalement différents de ceux que l'on rencontre dans les calcaires traversés par des péridotites; au contact de ces roches il se forme, dans les calcaires avoisinants, du grenat, de l'idocrase, de l'épidote, minéraux qui font entièrement défaut dans les contacts de lherzolithe, tandis que le dipyre, la tourmaline, les micas, les feldspaths manquent le plus souvent autour des pyroxénites.

M. Lacroix a eu l'idée de comparer les phénomènes de contact de la lherzolithe avec ceux que l'on observe dans le voisinage des ophites pyrénéennes. Il a pu constater que les minéraux formés dans les calcaires traversés par les deux roches étaient en grande partie les mêmes. Le dipyre, la tourmaline, les micas, l'albite, les amphiboles, etc., se rencontrent dans les deux cas ; dans les sédiments modifiés par la lherzolithe ces minéraux sont souvent accompagnés d'orthose,

[1] A. Lacroix. *Étude minéralogique de la lherzolithe des Pyrénées et de ses phénomènes de contact.* Nouvelles archives du Muséum, 3e sér., t. VI, p. 209-308, pl. V-X. — Id. *Les phénomènes de contact de la lherzolithe et de quelques ophites des Pyrénées.* Bull. Serv. Carte géol. t. VI, n° 42, 140 p., 3 pl.

de microcline, de feldspaths tricliniques basiques, de pyroxène; tandis que l'albite et la chlorite (leuchtenbergite) sont plus communs au contact des ophites. L'intensité du métamorphisme est moins grande au voisinage des ophites qu'à proximité des lherzolithes; les transformations dues aux ophites peuvent être comparées à celles qui s'effectuent à quelque distance de la lherzolithe, plutôt qu'à celles que l'on observe au contact immédiat de cette roche. La lherzolithe seule, en effet, détermine la formation de roches entièrement silicatées dont la cristallinité rappelle celle des schistes cristallins.

Les cornéennes formées aux dépens de calcaires et de schistes argilo-calcaires par les granites, les syénites, les diorites, les diabases, les péridotites (autres que les lherzolithes des Pyrénées), etc., présentent une telle analogie de composition minéralogique dans les gisements les plus divers, qu'aucune d'entre elles n'est vraiment caractéristique de l'action métamorphique d'une roche éruptive déterminée; le grenat, l'idocrase, la wollastonite, l'épidote, en sont les éléments les plus fréquents, souvent associés, du reste, avec du pyroxène, de l'amphibole, du mica et des feldspaths. Les contacts de lherzolithe et d'ophite des Pyrénées viennent rompre cette monotonie en présentant des minéraux spéciaux et des types pétrographiques particuliers.

Il importe enfin de remarquer que les calcaires modifiés au contact de la lherzolithe, roche essentiellement magnésienne et à peu près dépourvue d'alcalis, se chargent surtout de minéraux riches en alcalis (albite, orthose, microcline, dipyre, micas), ainsi que d'autres éléments, tels que le bore, le titane, qui n'existent pas davantage dans la roche éruptive.

Ce fait montre d'une façon éclatante que *les modifications métamorphiques ont été effectuées non par la lherzolithe elle-même, mais par les fumerolles ou sources thermales qui ont accompagné sa venue.* L'analogie des transformations effectuées par les ophites et par les lherzolithes fait voir, en outre, que, dans les Pyrénées, ces deux roches, de composition différente, ont été accompagnées de fumerolles de composition qualitativement, sinon quantitativement, identiques.

VIII. — Les roches filoniennes sodiques de Christiania.

La Norwège méridionale est depuis longtemps une terre classique aussi bien pour le minéralogiste que pour le pétrographe; des travaux célèbres ont été consacrés par plusieurs auteurs — pour ne citer qu'un exemple — aux syénites éléolithiques, si riches en minéraux intéressants et en « terres rares ». Les environs de Christiania, en particulier, présentent une telle variété de roches éruptives diverses que M. Brögger a entrepris d'en publier une monographie détaillée, dont le premier volume[1], consacré aux roches de la série des grorudites et des tinguaïtes, a paru et contient déjà un exposé des plus intéressants des idées théoriques que l'étude des roches des environs de Christiania a suggérées au savant pétrographe norvégien.

La thèse principale que M. Brögger se propose de soutenir dans sa monographie peut se résumer ainsi : tous les types de roches qui affleurent dans la région de Christiania, si multiples et si variés qu'ils soient, sont reliés entre eux par leur genèse et doivent être considérés comme les produits de différenciation d'un même magma initial riche en soude. Cette teneur en soude, qui va de pair avec l'absence presque complète de la magnésie et de la chaux, est due à l'abondance, dans les roches de Christiania, de certains silicates sodiques tels que l'ægirine, l'arfvedsonite, l'anorthose, et souvent aussi l'éléolithe.

Les roches étudiées par M. Brögger dans le premier volume de sa monographie sous les noms de *grorudite*, *sölvsbergite* et *tinguaïte* représentent les termes acide, mixte et basique d'une série continue de roches réunies par tous les termes de passage et caractérisées minéralogiquement par la présence d'orthose et d'anorthose, souvent en association microperthétique, et de l'ægirine, avec ou sans quartz, avec ou sans néphéline. Les feldspaths calco-sodiques y font entièrement défaut. Par leur composition, ces trois roches rentrent donc dans les familles des granites, des syénites et des syénites éléolithiques; elles constituent les correspondants à deux temps de consolidation des granites sodiques (nordmarkites) et des syénites éléolithiques. Un pétrographe français aurait désigné une grorudite sous le nom de microgranulite à ægirine, une sölvsbergite sous celui d'orthophyre à ægyrine, et il aurait assimilé une tinguaïte à une phonolithe.

C'est dans ces questions de dénominations que s'affirme une fois de plus le profond dissentiment qui existe en pétrographie entre l'École allemande, à laquelle se rattache M. Brögger et dont le chef est M. Rosenbusch, et l'École française, représentée par MM. Fouqué et Michel Lévy. Les deux Écoles ne parlent évidemment pas le même langage scientifique, et le malentendu qui les sépare va en s'accentuant de jour en jour. Il n'y a pas là seulement une question de nomenclature de

[1] W. C. Brögger, *Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes*, I. *Die Gesteine der Grorudit-Tinguait-Serie*. 1 vol. gr. in-8°, 206 p., 3 pl. Kristiania, 1894.

détail ; de part et d'autre on ne s'entend pas sur les principes qui doivent présider à la classification des roches éruptives. Tandis que, pour M. Michel Lévy, cette classification doit être basée uniquement sur la structure et sur la composition minéralogique des roches, M. Rosenbusch et son École cherchent à faire intervenir l'élément géologique, les conditions de gisement.

C'est ainsi que M. Rosenbusch divise les roches éruptives en roches de profondeur, roches filoniennes et roches d'épanchement. L'établissement d'une subdivision des roches filoniennes a surtout été combattu par de nombreux auteurs ; aussi M. Brögger, ayant retrouvé leur structure habituelle dans les salbandes de roches de profondeur, a-t-il substitué le nom de *roches hypabyssiques* à celui de roches filoniennes, rangeant dans cette catégorie les roches qui, par leur structure, sont intermédiaires entre les véritables roches granitoïdes de formation intratellurique et les roches volcaniques proprement dites. Le caractère principal de ces roches hypabyssales est leur structure holocristalline (absence de matière vitreuse dans le magma de deuxième consolidation), qui correspondrait à un refroidissement lent, que l'on peut retrouver aussi bien sur les salbandes d'un magma de profondeur que dans un dyke, ou encore dans les parties centrales d'une coulée épaisse. De plus, les roches hypabyssales présentent souvent dans leur masse des traces de structure fluidale, caractère qu'elles partagent avec les roches d'épanchement.

D'après M. Brögger, on doit envisager les roches « hypabyssiques » comme un terme de passage entre les roches « abyssiques » et les roches « superficielles », quitte à ne pas leur attribuer dans la classification une importance égale à celle des deux autres catégories. Dans chaque famille de roches basée sur la composition chimique (famille des granites, famille des syénites, etc.), on devra toutefois distinguer par des noms spéciaux les roches appartenant aux trois catégories. Mais il y a plus : M. Brögger admet encore parmi les roches hypabyssales deux groupes différents de roches : 1° les roches *aschistes*, dans lesquelles il y a eu simplement différenciation du magma de profondeur, de manière à donner naissance à une roche de composition identique, mais de structure hypabyssale ; 2° les roches *diaschistes*, dues à une évolution du magma initial, qui a donné naissance par sécrétion, par séparation, à une roche de composition différente. Lorsqu'un magma de profondeur évolue de manière à former des dykes diaschistes, il se produit le plus souvent parallèlement des dykes de composition chimique diverse ; M. Brögger donne le nom de *roches complémentaires* à ces roches hypabyssales originaires d'un magma commun. Pour M. Brögger, toutes ces roches, proches parentes par leur genèse, devront être réunies dans une même famille, mais devront être distinguées par des noms spéciaux.

La série des grorudites, des sölvsbergites et des tinguaïtes est une série de roches diaschistes ; chacune de ces roches se différencie de la roche de profondeur correspondante par une plus grande richesse en oxydes de fer, par une moindre teneur en alumine. Les roches complémentaires, telles que la lindöite, différenciées du même magma initial, sont, par contre, plus riches en alumine et moins riches en oxydes de fer.

On peut se demander si la différenciation des roches de la série des grorudites et des tinguaïtes s'est faite au niveau des laccolithes ou à une plus grande profondeur. M. Brögger se prononce pour la deuxième alternative : car, nulle part, les laccolithes de granites sodiques ou de syénites sodiques ne présentent sur leurs bords le faciès hypabyssal des grorudites et des sölvsbergites.

Le magma primaire aurait donc donné directement naissance au magma des laccolithes, d'une part, aux magmas des dykes diaschistes et des dykes complémentaires, de l'autre.

Emile Haug,
Chef des Travaux pratiques de Géologie
à la Faculté des Sciences de Paris.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

UN NOUVEAU SYSTÈME DE TRAMWAY A CONDUCTEUR SOUTERRAIN — NOUVEAUX APPAREILS DE DÉBRAYAGE ET FREINAGE AUTOMATIQUES

La question des tramways à conducteur souterrain est en ce moment étudiée par beaucoup d'inventeurs, et un bon nombre de systèmes ont déjà été proposés. C'est qu'en effet, si le trolley aérien a pour lui l'avantage du bon marché, il a aussi l'inconvénient d'offrir un aspect fort peu artistique, dans les courbes et les croisements tout au moins. Par suite, il y a actuellement une tendance à restreindre son emploi aux villes secondaires où les questions d'esthétique sont de faible importance, et aux faubourgs ou banlieues des villes principales, qui veillent avec un soin jaloux à la beauté de leurs rues. Même de l'autre côté de l'Océan, en Amérique, il semble qu'une place soit sur le point de se faire pour le conducteur souterrain, à côté de la place très large qu'occupera toujours, par la force même des choses, le conducteur aérien. Car

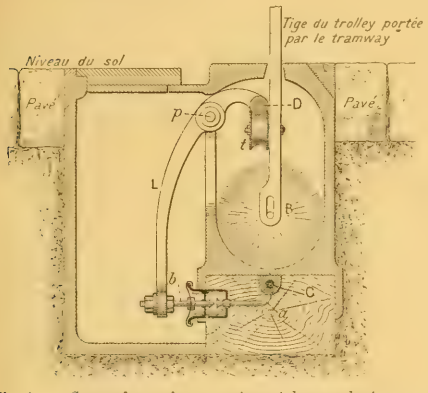


Fig. 1. — *Coupe du caniveau contenant les conducteurs.* — C, conducteur principal; *a b*, petites tiges métalliques; L, levier; *p*, pivot; D, conducteur sectionné; T, tige de trolley; *t*, trolley; B, brosse.

les endroits d'où on veut bannir celui-ci, sont peu nombreux, et il conserve, somme toute, la part du lion.

Le fil qui amène le courant peut être nu sur toute sa longueur et placé sous la voie dans une galerie laissant un passage longitudinal pour le frotteur ou trolley servant de liaison avec les moteurs de la voiture. Mais les isolateurs sont alors constamment couverts d'humidité et salis par les boues. Il est difficile de maintenir un bon isolement, et de fréquents nettoyages sont nécessaires. Dans d'autres systèmes, le conducteur est logé dans un conduit complètement fermé. Par un moyen magnétique ou mécanique, il est relié, au moment voulu, avec les moteurs. Enfin, le câble principal peut être tout à fait enterré, et susceptible d'être mis en communication avec une série de tronçons de conducteur, isolés les uns des autres, placés à fleur de sol ou dans un endroit accessible. Les contacts sont établis par la voiture elle-même pendant son passage. Le mauvais isolement du conducteur sectionné est ici de peu d'importance, puisqu'il n'est jamais traversé par le courant que dans une faible longueur.

C'est à ce dernier type que se rattache le système dont nous voulons dire quelques mots aujourd'hui, système dû à M. John La Burt et exploité par *The Burt Electric Railway Company* de New-York [1]. La figure 1 en donne le détail. Le conducteur isolé C, est de distance en distance, connecté à une petite tige métallique *a*, terminée par une ouverture conique en face de laquelle se trouve l'extrémité d'une seconde tige *b*, portée par un levier L oscillant autour d'un pivot *p* et soutenant l'un des bouts d'un tronçon du conducteur sectionné D. Les divers tronçons de celui-ci sont réunis par des cordes flexibles isolantes. La hauteur du trolley *t* est réglée de telle façon qu'il soulève D lors de son passage et, au moyen de L, établisse ainsi le contact entre *a* et *b*. Considérons (fig. 2, position 1) le moment où le trolley vient d'arriver en *b*;

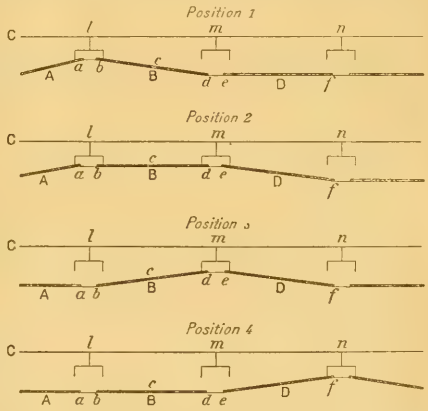


Fig. 2. — *Fonctionnement du conducteur sectionné.* — Pour simplifier la figure, le conducteur C est supposé placé au-dessus du conducteur sectionné auquel il peut être relié par les contacts *l m n*. — A, B, D, différentes parties du conducteur sectionné.

les sections A et B sont alors reliées au conducteur. Lorsque le trolley est en *c*, il soulève entièrement la barre B, mettant A, B et D en communication avec C (fig 2, position 2); quand il est en *d*, les extrémités *a* et *b* s'abaissent et le contact cesse pour A (fig. 2, position 3). Il cessera pour B lorsque le trolley sera parvenu en *f*, extrémité de D (fig. 2, position 4). Le nettoyage du caniveau qui contient le conducteur D (fig. 1) se fait automatiquement au moyen d'une brosse B portée par la tige T. L'axe de cette brosse est disposé de telle façon que, par suite du frottement contre les parois, elle prend un mouvement de rotation sur elle-même. Afin que le courant ne soit pas interrompu pendant le passage d'un tronçon au suivant, le trolley est double et se compose de deux petites poulies placées l'une en avant de l'autre.

Tel est le fonctionnement du système, théoriquement assez simple, mais dont nous ne pouvons, faute de renseignements, juger la valeur pratique.

[1] *The Electrical World*, du 5 octobre 1895.

Les industriels ne sauraient prendre trop de précautions pour défendre contre les accidents les ouvriers qui, parce qu'ils se sont à la longue accoutumés au danger, s'y exposent souvent avec la plus grande imprudence. Aussi les appareils de sûreté, quel que soit le genre auquel ils appartiennent, présentent-ils toujours le plus grand intérêt. Ceux que nous décrivons aujourd'hui sont dus à M. Franchet, d'Elbeuf. Ils ont une qualité dont on se rend facilement compte au premier examen : c'est leur grande simplicité. En voici le principe :

Un cordon A (figure 1), dit *cordon de sûreté*, passe au-dessus de toutes les poulies d'un arbre de transmission T, T. Ce cordon est attaché (fig. 2), d'une part en un point fixe *a*, d'autre part à l'une des extrémités *h* d'un ressort B dont l'autre extrémité *b* est immobile. En *h* est également accroché un levier coudé et à déclic C, pouvant pivoter autour d'un axe *g*. Ce levier C en maintient un second E, dont le pivot est en *e* et dont le bras horizontal est sollicité de haut en bas par un contrepoids F. Son bras vertical porte une ouverture dans laquelle est engagé un doigt *d* guidant une règle D, capable seulement d'un mouvement latéral horizontal. Tout ce qui précède constitue l'appareil de débrayage. Nous verrons tout à l'heure comment il fonctionne.

L'appareil de freinage est réalisé par un levier L pouvant tourner autour d'un axe *f* et portant d'un côté un contrepoids H, de l'autre un sabot I. En temps ordinaire, une chaîne G, attachée au bras horizontal de E, empêche le mouvement que H tend à imprimer à L.

Supposons qu'un corps quelconque M (fig. 3) vienne appuyer sur le cordon de sûreté, le ressort B se détend, le levier C tourne autour de *g* et rend libre E (fig. 2) qui cède (fig. 3) à l'action du contrepoids F et entraîne la règle D. Celle-ci, avons-nous dit, est assujettie de manière à ne pouvoir prendre qu'un mouvement horizontal de translation. Sur la figure 3, nous avons indiqué en traits mixtes sa position primitive, en traits pleins sa position actuelle. Si donc cette règle D porte une fourchette entre les dents de laquelle passe une courroie, celle-ci sera entraînée latéralement et amenée, par exemple, à passer d'une poulie fixe sur une poulie folle, ce qui arrêtera toute une ligne de transmission. La règle D peut aussi conduire dans son mouvement le manchon d'un embrayage à friction.

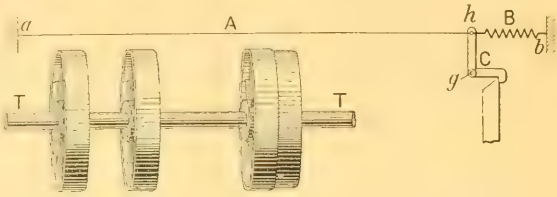


Fig. 1. — *Vue générale de l'appareil Franchet disposé au-dessus d'une série de poulies.*

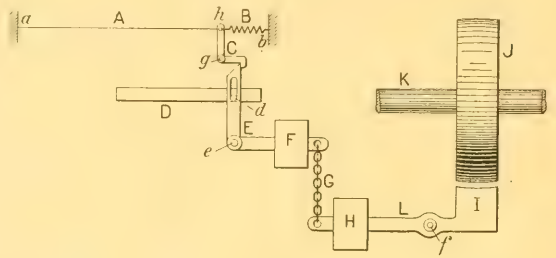


Fig. 2. — *Appareil Franchet dans sa position normale.*

A, cordon de sûreté; B, ressort; C, levier à déclic; D, verrou; E, levier coudé; F, contrepoids; G, chaîne; H, contrepoids; I, sabot de frein; J, poulie; K, arbre de transmission; *a*, *b*, points fixes; *d*, doigt conduisant le verrou D; *e*, *f*, *g*, pivots.

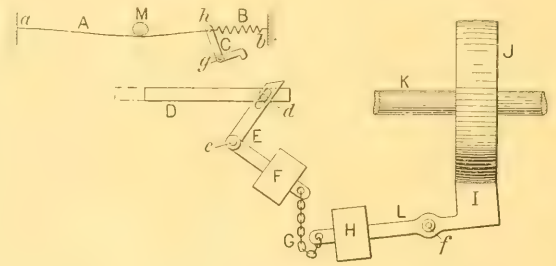


Fig. 3. — *Appareil Franchet après son fonctionnement.*

Les lettres ont la même signification que dans la figure 2. — M est le corps qui a déterminé le fonctionnement de l'appareil.

D'autre part, au moment où le contrepoids F s'est abaissé, la chaîne G s'est détendue et a permis au contrepoids H de projeter le sabot I sur une poulie J appartenant à la transmission qui venait d'être débrayée. On a ainsi produit un puissant effet de freinage.

Le cordon de sûreté A, que nous avons représenté assez court sur nos figures, est en réalité beaucoup plus long. Il passe (fig. 1) au-dessus et aussi près que possible de toutes les poulies fixées sur l'arbre de transmission que l'on veut protéger. Supposons qu'un corps quelconque, par exemple la main d'un ouvrier, se trouve prise entre une courroie et une poulie. L'homme est entraîné par la poulie et vient buter contre le cordon A. Immédiatement le déclic C (fig. 2 et 3) fonctionne et l'arbre s'arrête.

D'autre part, il peut arriver qu'un ouvrier se trouve pris dans un engrenage commandé par l'arbre de transmission. Dans ce cas, l'un de ses voisins peut lui venir tout de suite en aide; il n'a, pour cela, qu'à agir, au moyen d'une perche, sur le cordon A. Grâce à cette disposition, l'ouvrier qui veut secourir son camarade n'a pas à courir au loin et souvent à l'extrémité de l'arbre pour en arrêter la rotation. C'est sur place même qu'il agit; la rapidité de son intervention est ici une chance de succès.

A. Gay,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Lelieuvre (M.), *Professeur au Lycée et à l'École préparatoire à l'Enseignement supérieur de Rouen.* — **Sur les surfaces à génératrices rationnelles.** (*Thèse de Doctorat présentée à la Faculté des Sciences de Paris.*) 1 *vol. in-8° de* 107 *pages. Gauthier-Villars et fils, imprimeurs-libraires*, 55, *quai des Grands-Augustins, Paris*, 1895.

Supposons les trois coordonnées d'un point sur une surface S exprimées à l'aide de deux paramètres t et u, rationnellement en t. Les courbes unicursales G, $u = C^{te}$, sont alors les *génératrices rationnelles* de S. On peut choisir t de façon qu'à un point de G corresponde une valeur unique de t. Si cela est, M. Lelieuvre dit que, sur la surface S, les lignes G sont *divisées homographiquement* par les lignes $t = C^{te}$.

Sont considérées ensuite, les courbes E de S intégrales de l'équation H :

$$\sum_{p=0}^{p=m} A_p \left(\frac{dt}{du}\right)^p = 0$$

où les m fonctions A_p sont des polynômes en t à coefficients quelconques en u. Dans le type E rentrent les lignes :

Conjuguées..... } des G sur S
Trajectoires orthogonales.... }

Asymptotiques..... }
Minima..... } de la surface S
De courbure..... }
.....

C'est ce qui explique l'intérêt du problème.

Une attention spéciale est méritée par les équations H, du type de M. Fuchs, à points critiques fixes. Alors A_p doit être en t de degré égal ou inférieur à $2p$. Si cela est, l'auteur dit que H est « normale ». Sont étudiées à ce point de vue, les surfaces S réglées (G est une droite) et cerclées (G est un cercle); on trouve ou retrouve ainsi, par des considérations générales et simples, beaucoup de résultats géométriques élégants.

Telle est la matière de la première partie de la thèse; la seconde est consacrée aux relations mutuelles entre les courbes E et les courbes $t = C^{te}$. Une discussion géométrique approfondie est développée pour le cas où G est plane ou cubique gauche, les E étant les conjuguées de G sur S et divisant harmoniquement G. C'est le sujet de la troisième partie. On cherche aussi à reconnaître, dans le cas indiqué, quand l'équation H, relative aux asymptotiques, est normale, puis à intégrer H.

En résumé, très intéressante thèse, dont je regrette vivement de ne pouvoir exposer plus en détail les importantes théories géométriques.

Léon Autonne.

Greenhill (Alfred Georges), F. R. S. *Professor of Mathematics in the Artillery College of Woolwich.* — **A Treatise on Hydrostatics.** — 1 *vol. petit in-8° de* 536 *pages, avec fig.* (*Prix : 9 fr.*). *Macmillan and C°, London and New-York*, 1895.

Malgré son petit format et sans serrer outre mesure le texte, ce traité est extraordinairement plein de renseignements variés et précis. Chacune des plus récentes applications de l'Hydrostatique aux problèmes pratiques les plus variés est exposée à sa place naturelle, accompagnée des renvois bibliographiques nécessaires. A titre d'exemple, analysons les questions traitées dans le chapitre X, *Pression des liquides dans les vases en mouvement*, p. 423-461 : — Effet d'une mise en mouvement brusque vertical ou horizontal. — Pression dans un vase qui tourne autour d'un axe horizontal, roue hydraulique, — ou dans un bateau qui oscille; — déviations apparentes de la verticale, application à la charge des navires à grains ou à pétrole; — vase tournant autour d'un axe vertical; — appareils à séparer le lait de la crème. — Position d'un corps flottant sur le liquide tournant. — Mesure de la vitesse de rotation au moyen du changement de forme de la surface du mercure tournant. — Surface libre de l'Océan.

Voici la table des matières :

I. Principes fondamentaux. — II. Pression hydrostatique. — III. Principe d'Archimède, Balance hydrostatique, Aréomètre. — IV. Equilibre et stabilité des corps flottants et des navires. — V. Equilibre des corps flottants de forme régulière et des corps en partie appuyés. Oscillations des corps flottants. — VI. Equilibre des liquides dans les tubes courbes; Thermomètre; Baromètre; Siphon. — VII. Pneumatique, lois des gaz. — VIII. Machines pneumatiques. — IX. Tension des vases. Capillarité. — X. Pression des liquides dans les vases en mouvement. — XI. Hydraulique. — XII. Equations générales de l'Equilibre. — XIII. Théorie mécanique de la chaleur. Tables numériques.

Bien entendu, l'auteur a fait un large usage du calcul différentiel élémentaire; « il est plus facile de l'apprendre que de suivre une démonstration où l'on tente de s'en passer. » On a apporté un soin particulier aux applications aux constructions navales, et les Transactions de l'Institution des « Naval Architects » ont été largement mises à contribution pour les exemples. — Les dessins ont été dressés exactement à l'échelle — « On « n'a pas essayé de rivaliser avec les belles figures om- « brées des traités français, dans la crainte d'obscurcir « les principes essentiels. »

Comme pour tant d'autres ouvrages anglais, on ne peut que conseiller la lecture de ce livre, ne lui connaissant aucun analogue en France.

Marcel Brillouin.

Dudebout et **Croneau**, *Ingénieurs de la Marine.* — **Appareils accessoires des Chaudières à vapeur.** — 1 *vol. petit in-8° de* 176 *pages avec* 46 *figures de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, membre de l'Institut.* (*Prix : broché*, 2 *fr.* 50; *cartonné*, 3 *francs.*) *Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs, Paris*, 1895.

Voilà un petit volume plein de choses, écrit avec un ordre et une méthode digne d'éloges, dans lequel les industriels trouveront de précieux renseignements et des descriptions fort claires : nous ne saurions en dire davantage pour leur en recommander la lecture. Quelques-uns d'entre eux promèneront leur regard perpendiculairement aux lignes à travers cinq ou six pages de formules relatives à la théorie des injecteurs, mais c'est la seule excursion que les auteurs se soient permise en dehors du domaine pratique.

Un premier chapitre est consacré aux appareils destinés à assurer le fonctionnement normal des chaudières; le second décrit les appareils de contrôle, le troisième les appareils de sécurité.

Cette division est nette et très rationnelle, et elle renferme tout le programme de ce livre, qui est très complet.

A. Witz.

2° Sciences physiques.

Gérard (Eric), *Professeur à l'Université de Liège, Directeur de l'Institut Electro-technique Montefiore.* — **Mesures électriques.** (*Leçons professées à l'Institut Montefiore*). — 1 *vol. in-8° de 458 pages avec 198 fig.* (*Prix relié : 12 fr.*) *Gauthier-Villars et fils, Paris*, 1896.

Il est peu d'hommes qui joignent au même degré que M. Eric Gérard la connaissance profonde des choses pratiques à la limpidité cristalline de l'exposition. La faveur avec laquelle le public accueille ses ouvrages, empreints de ces éminentes qualités, est une preuve de plus qu'ils viennent à leur heure, et s'adaptent merveilleusement à un besoin du moment.

Les *Mesures*, qui viennent de paraître, forment une suite digne des *Leçons* de l'éminent professeur. Très moderne, documenté à fond, cet ouvrage contient, en des phrases dont tous les mots portent, sans qu'aucun d'eux puisse être retranché, l'exposé des méthodes employées pour la mesure de toutes les grandeurs électriques, soit dans les laboratoires, soit dans l'industrie.

L'ouvrage est divisé en trois parties : dans la première, on entre en matière par un exposé des principes généraux qui doivent guider dans toute expérience de laboratoire. Ce premier chapitre ne saurait être trop lu et relu par ceux-là mêmes qui ont déjà fait leurs preuves en la matière. En somme, le calcul des erreurs possibles ou probables des mesures, tout utile qu'il est dans certains cas, est bien illusoire dans la plupart des recherches un peu compliquées. Là, le bon sens, la connaissance intime des méthodes sont le guide le plus sûr de l'expérimentateur. Mais le bon sens lui-même peut, en quelque mesure, être développé par l'éducation, et c'est cette éducation du coup d'œil de l'expérimentateur dont l'auteur pose les principes dès le début. L'introduction est close par deux chapitres consacrés aux mesures géométriques et mécaniques et aux expériences photométriques.

Puis viennent, dans les trois parties composant le reste de l'ouvrage, les chapitres dans lesquels sont traitées les mesures électriques et les mesures magnétiques, enfin, un grand nombre d'applications à des exemples pratiques. On a appris, dans les chapitres précédents, à connaître les instruments et les méthodes dans toute leur généralité; ici, on les combine dans des problèmes spéciaux, plus ou moins complexes, tels que la mesure de la résistance des terres, l'isolement des canalisations, les constantes des lignes télégraphiques, l'essai des réseaux électriques.

Signalerons-nous quelques imperfections notées au passage? Dans le premier chapitre, une terminologie des erreurs, tout aussi rationnelle, il est vrai, que la terminologie officielle, s'en écarte sans une raison suffisante, et sans que l'auteur le fasse observer. Dans les mesures photométriques, où M. Eric Gérard s'est inspiré des idées réformatrices de M. Blondel, il eût convenu de pousser la chose à fond, en abandonnant définitivement l'expression d'*éclat intrinsèque*, le qualificatif étant parfaitement inutile, et ne faisant qu'embrouiller la notion bien nette de l'éclat. Puis une erreur de fait, dans laquelle sont tombés, du reste, la plupart de ceux qui ont fait de la photométrie photographique, savoir, que la *lumination*, produit de l'éclairement par sa durée, est le facteur unique, ou à peu près, de l'effet photochimique ou visuel. Enfin, l'indication d'une construction Siemens des boîtes de résistance contient un défaut évident, qui a trompé plus d'un physicien. Ces petites exceptions dans un ouvrage tel que les *Mesures électriques* sont de celles qui confirment la règle; elles se fondraient dans l'ensemble si l'ouvrage était médiocre et nous n'aurions pas eu alors à les signaler. Ch.-Ed. Guillaume.

Estaunié (E.), *Ingénieur des Télégraphes.* — **Les Sources d'Energie électrique.** — 1 *vol. in-8° de 343 pages avec 141 fig.* (*Prix : cartonné, 6 fr.*) *Librairies-Imprimeries réunies*, 7, *rue Saint-Benoît. Paris*, 1896.

Petit (Paul), *Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, Directeur de l'Ecole de Brasserie de Nancy.* — **La Bière et l'Industrie de la Brasserie.** — 1 *vol. in-18 de 420 pages, avec 74 fig. de l'Encyclopédie de Chimie industrielle.* (*Prix, cartonné : 5 francs.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

M. Petit, par la situation qu'il occupe, par les nombreuses relations qu'il a parmi les brasseurs, était bien désigné pour écrire un tel ouvrage; aussi son livre constitue-t-il un traité complet de la fabrication de la bière; les détails techniques abondent et comportent toujours leur justification théorique; le livre est bien fait, très soigné et, de plus, il a été écrit dans un but très louable : celui de continuer l'œuvre poursuivie depuis quelque temps à Douai par l'Ecole des Industries agricoles et à Nancy par l'Ecole de Brasserie, en permettant à notre pays de n'être plus tributaire de l'Allemagne pour l'enseignement spécial de la brasserie.

Les travaux de l'illustre Pasteur occupent tout naturellement la plus grande place dans l'étude de la fermentation, de la conservation et des maladies de la bière. De nombreuses figures, intercalées dans le texte, permettent au lecteur de s'éclairer au sujet des divers organismes étudiés et des différents appareils employés.

Peut-être cependant, à ce dernier point de vue, pourrait-on faire à l'auteur le léger reproche de ne s'être pas assez étendu sur la description des divers appareils; encore cette lacune s'explique-t-elle par le fait que l'ouvrage de M. Petit est destiné principalement aux brasseurs, qui ont la grande habitude des appareils susceptibles de fonctionner dans les brasseries.

L'auteur, dont le volume comprend treize chapitres, a adopté le plan suivant :

Le premier chapitre, notions générales, renferme les indications sur les principales substances que l'on rencontre dans l'orge, le malt et la bière, l'étude de la saccharification et une revue des ferments normaux et pathologiques de la bière.

Le chapitre II s'occupe des matières premières, orge, maïs, riz, glucose et sucre.

Le chapitre III, maltage, étudie la germination et le touraillage, en insistant sur les procédés de fabrication des malts pour les divers genres de bières et sur le maltage pneumatique.

Les deux chapitres suivants sont consacrés à l'examen de l'eau, du houblon, de la poix et des autres substances employées accessoirement dans la production de la bière.

Puis viennent les méthodes de brassage relatives aux fermentations haute et basse, la cuisson, le houblonnage, le refroidissement et l'oxygénation des moûts. L'auteur a insisté sur la comparaison entre les oxygénateurs et les bacs, encore employés presque universellement.

La fermentation fait l'objet du chapitre IX; les diverses opérations qu'elle comporte sont indiquées d'une façon très détaillée.

Les maladies de la bière, les remèdes qu'on peut y apporter, les précautions à prendre pour les éviter sont exposés; suit une étude sur le contrôle de la fabrication, qui tend heureusement de plus en plus à se répandre.

Enfin, l'ouvrage se termine par deux courts chapitres, qui ont trait l'un à la consommation et à la valeur alimentaire de la bière, l'autre à l'installation générale d'une brasserie et à l'enseignement technique. A. Hébert.

Pionchon (J.), *Chargé du Cours d'Electricité industrielle à la Faculté des Sciences de Grenoble.* — **Leçons sur les Notions fondamentales relatives à l'Etude pratique des Courants alternatifs.** (*4e année du Cours d'Electricité industrielle*). — 1 *vol in-8° autographié de 315 pages avec 102 figures* (*Prix : 10 fr.*) *A. Gratier, éditeur*, 23, *Grande-Rue, Grenoble*, 1895.

3° Sciences naturelles.

Jacob de Cordemoy (E.), *Docteur en Médecine.* — **Flore de l'Ile de la Réunion.** — 1 *vol. in-8° de* 574 *pages.* (*Prix : 20 fr.*) *Paul Klincksieck, éditeur,* 52, *rue des Ecoles. Paris,* 1895.

L'île de la Réunion, avec ses deux massifs montagneux réunis par une série de plateaux, constitue une terre éminemment pittoresque et présente, en outre, au botaniste une flore des plus variées : car les conditions de la végétation se modifient rapidement à mesure que des bords de la mer on s'élève aux altitudes de 2.500 mètres et même 3.000 mètres (Piton des neiges, 3.069 mètres). Et ces accidents géographiques localisés sur un territoire peu étendu provoquent, pour certaines plantes, une aire de dispersion remarquablement restreinte.

L'ouvrage que M. de Cordemoy consacre à cette flore si intéressante et si variée ne sera pas seulement pour les botanistes voyageurs le guide le plus sûr; mais il constitue, en outre, un document précieux de géographie botanique. Enfin l'auteur a réservé, avec raison, une large place aux indications concernant les propriétés économiques et industrielles des plantes. A ces divers titres la « Flore de l'Ile de la Réunion » sera, nous n'en doutons pas, favorablement accueillie et par les botanistes et par toutes les personnes qui s'intéressent aux productions végétales de nos colonies.

Henri Lecomte.

Trouessart (Dr E. L.), *Membre de la Société Entomologique de France.* — **Les Parasites des habitations humaines et des denrées alimentaires ou commerciales.** — 1 *vol. petit in-8° de* 168 *pages et* 53 *figures, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut* (*Prix : broché,* 2 *fr.* 50; *cartonné,* 3 *francs*). *Gauthier-Villars et fils et G. Masson, Paris,* 1895.

Comme l'indique l'auteur dans son Introduction, le but de ce petit livre est de réunir en quelques pages, dégagées de toute érudition inutile, les notions que l'on possède sur les Insectes que l'on rencontre le plus ordinairement dans nos maisons, et qui manifestent leur présence, soit par leur piqûre, soit par les dégâts qu'ils commettent sur les matières qui sont pour l'homme d'un usage journalier. L'ouvrage est divisé en deux parties. La première comprend, après quelques pages consacrées aux métamorphoses des Insectes, à l'importance de la connaissance des larves, l'étude méthodique des différents groupes qui ont des représentants parmi la faune des locaux habités par l'homme. La seconde partie étudie les Insecticides, les parasites et les moyens de les détruire. L'auteur préconise une série de procédés qui, appliqués exactement à chaque cas particulier, seront d'un grand secours dans la pratique. Mais toujours le meilleur procédé de se préserver de l'action des parasites est encore de prévenir leur arrivée possible, par les soins de propreté et l'étanchéité absolue des vases destinés à contenir les produits susceptibles de destruction.

J. Martin.

Encausse (G.), *Docteur en médecine de la Faculté de Paris.* — **L'Anatomie philosophique et ses divisions,** *précédées d'un* **Essai de Classification méthodique des Sciences anatomiques.** — 1 *vol in-8° de* 164 *p. Chamuel, éditeur,* 20, *rue de Trévise. Paris,* 1895.

M. Encausse s'est livré à un exercice qui pouvait être de mode du temps des Philosophes de la Nature, mais qui a beaucoup moins d'intérêt à notre époque, où l'on a trop à faire, je le crains, pour discuter posément des questions de définitions, de subdivisions et d'accolades.

L'auteur expose assez longuement les opinions de quelques auteurs français sur la classification des sciences anatomiques et propose une classification nouvelle. Dans une seconde partie, il donne des analyses d'un certain nombre de travaux peu connus d'anatomie philosophique (parallélisme des membres inférieurs et supérieurs, membres céphaliques, triple dualité du corps humain, etc.), et termine par des citations d'Oken, de Spix et surtout d'un certain Malfatti, qui donnent une bonne idée des effets de l'aliénation mentale appliquée à l'anatomie.

L. Cuénot.

4° Sciences médicales.

Déjerine (J.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'Hospice de Bicêtre et* **Déjerine-Klumpke** (Mme), *Docteur en médecine.* — **Anatomie des Centres nerveux.** *Tome I :* Méthodes générales d'étude. Embryogénie. Histogenèse et Histologie. Anatomie du Cerveau. — 1 *vol. grand in-8° de* 816 *p. avec* 401 *figures dont* 45 *en couleurs. Rueff et Cie, éditeurs, Paris,* 1895.

L'étude du cerveau humain comporte déjà une riche bibliographie, et cependant c'est avec une vive satisfaction que l'ouvrage de M. et Mme Déjerine a été accueilli par tous ceux qui s'occupent de Pathologie nerveuse ou de Psycho-physiologie.

L'analyse d'un tel livre arrive bien tardivement, mais elle aura, pour cette raison même, à défaut de l'avantage de présenter un livre nouveau, n'ayant pas encore subi les critiques des lecteurs compétents, celui de constater un succès remarquable, non seulement en France, mais également, nous serions presque tentés de dire surtout, à l'Etranger.

Et disons-le de suite, si le grand honneur en revient à l'auteur principal, à Déjerine qui a mis dans ce livre la quintessence d'un labeur infatigable et ininterrompu de quinze ans de recherches cliniques et anatomo-pathologiques, on ne saurait oublier le rôle important joué par ses collaborateurs et, en premier lieu, celui de Mme Déjerine-Klumpke qui, associée depuis longtemps aux recherches de son mari, a apporté, dans ce travail fait en commun, une collaboration des plus actives.

Si nous avons parlé de collaborateurs au pluriel, c'est que, dans ce livre, l'œuvre de l'artiste joue un rôle essentiel et qu'il est souvent plus pénible et plus ardu, pour un dessinateur de talent, de s'astreindre à reproduire rigoureusement la nature que de laisser de temps en temps son tempérament d'artiste corriger, améliorer quelques trajets de fibres peu élégants, de foncer certains points pour harmoniser le dessin. Or, dans cet ouvrage, toutes les coupes sont reproduites avec une exactitude scrupuleuse, une mise au point mathématique, et, pour ne rien laisser à l'imagination, presque toutes ont été dessinées après décalques faits au moyen d'agrandissements faibles, les détails étant repris sur des agrandissements plus forts.

Enfin, il nous paraît juste de signaler ici l'initiative intelligente de l'éditeur, M. Rueff, qui a su entreprendre cette publication si riche et si documentée en planches originales.

Un tel livre ne se résume pas, nous dirons même qu'il ne se lit pas, entendant par là qu'à l'exception des premiers chapitres, cet ouvrage constitue, surtout et avant tout, un véritable atlas du système nerveux cérébral, mais un atlas documenté, développé, pourvu d'une série de considérations indispensables. C'est aujourd'hui le livre qu'il faut avoir quand, étant en présence d'une pièce intéressante, dont l'examen présente des difficultés d'interprétation, on veut s'appuyer sur un guide éclairé, sur un contrôle sérieux.

Des ouvrages de cette nature ne sauraient être jugés, appréciés à la première lecture. Le livre de Déjerine est en réalité un instrument de recherches : c'est seulement après l'avoir manié qu'on peut tenter de porter un jugement.

Le premier volume, le seul paru actuellement, comprend deux parties :

Dans la première on trouve exposées toutes les techniques utilisées pour l'étude du système nerveux. Nous sommes loin de l'année 1824, quand Rolando faisait les premières coupes minces dans les centres nerveux.

Les méthodes de durcissement, qui permirent à Sulling de faire les coupes en séries, ont fait, dans ces dernières années, de rapides progrès grâce aux acquisitions nouvelles que l'Histologie doit à la Chimie et à l'ingéniosité des constructeurs.

Il en est de même des procédés de coloration et on peut suivre les progrès successifs réalisés depuis l'emploi du carmin par Gerlach jusqu'aux méthodes si élégantes et si instructives de Golgi et de Ramon y Cajal.

Ces méthodes sont évidemment connues des histologistes, elles sont reproduites dans tous les ouvrages spéciaux; mais, ce qui donne un cachet d'originalité spéciale au chapitre consacré à leur exposition, c'est qu'on sent bien vite que l'auteur les a essayées, employées, que ses critiques ou ses approbations sont appuyées par l'expérience, qu'il n'existe pas de parti pris en faveur de l'une d'elles, mais que, suivant le but cherché, chacune peut donner des résultats heureux.

On trouve dans le volume des coupes du cerveau entier, en grandeur naturelle, coupes qui, ainsi que nous le signalions plus haut, ont été décalquées sur des pièces originales agrandies. La technique employée pour obtenir de telles pièces, la description des microtomes monstres, des microscopes à dispositif spécial, de l'appareil à projection utilisé pour obtenir les décalques, intéresseront ceux qui voudront marcher dans cette voie.

Dans les chapitres qui suivent, Déjerine expose nos connaissances actuelles sur le développement du système nerveux, sur l'histogenèse et l'histologie des éléments nerveux. Cette mise au point était nécessaire avant d'aborder l'étude complète des centres eux-mêmes. Il est impossible, en effet, de comprendre l'anatomie des centres nerveux et leur physiologie sans connaître l'histoire de leur développement. Un grand nombre des planches sont ici empruntées au remarquable travail de His, quelques-unes à l'atlas embryogénique de Mathias Duval; mais un certain nombre de figures sont dessinées d'après nature, et, bien que Déjerine n'ait pas pour les schémas une tendresse exagérée, préférant la reproduction scrupuleuse de la nature, nous devons signaler ici les excellents schémas 52 à 63 dans lesquels il montre la formation des noyaux cérébraux, mode si important pour la conception, aujourd'hui encore si vague, des fonctions de ces noyaux émis de la périphérie vers l'intérieur.

Le chapitre consacré à l'histologie générale du système nerveux de l'adulte est très intéressant, par les faits nouveaux qu'il met en relief. La conception ancienne de Gerlach sur les anastomoses qui réunissent entre elles tous les éléments nerveux est aujourd'hui renversée. La brillante conception du neurone appuyée sur les travaux de Golgi, de Forel, de His, de Ramon y Cajal, règne aujourd'hui en maîtresse. La découverte des collatérales du cylindre-axe est venu, sinon simplifier, tout au moins éclairer d'un jour nouveau les idées sur les différents modes de conduction dans les centres, sur le rôle réciproque joué par les cellules entre elles.

La deuxième partie, consacrée à l'anatomie du cerveau, est la plus originale. Dans la première partie, ce sont plutôt les qualités du professeur, la clarté de l'exposition et la mise au point des questions nouvelles, que nous avons eu à signaler; mais, dans la deuxième partie de l'ouvrage, c'est surtout le travail personnel de Déjerine qui apparaît.

L'étude des travaux étrangers sur la morphologie cérébrale est rendue plus difficile encore par la détermination différente que chaque auteur ou tout au moins chaque Ecole donne aux circonvolutions cérébrales; aussi est-on reconnaissant à Déjerine d'avoir traité largement cette question de la synonymie. On pourra, grâce à ce travail, suivre avec moins de peine les travaux étrangers dans le texte original.

Le cerveau est examiné systématiquement par des séries de coupes microscopiques, mais les auteurs ont insisté sur la nécessité d'étudier comparativement des séries faites suivant des directions différentes. C'est le seul procédé permettant de se rendre compte de la marche des faisceaux. Aussi ont-ils donné trois séries différentes, les unes faites suivant le sens horizontal, les secondes suivant le sens vertico-transversal, enfin les troisièmes sagittales. Il suffit de comparer les coupes se rapportant aux corps opto-striés, à la région de la capsule interne, pour constater les différences d'aspect de ces régions et l'utilité d'une telle multiplication des séries :

Sigalons, parmi les déductions nouvelles inspirées de l'étude de ces coupes : la division de la capsule interne en deux régions, l'une supérieure ou thalamique, l'autre inférieure ou sous-thalamique, — et, dans cette région sous-thalamique, la discussion sur l'origine du faisceau de Turck, qui dérive, d'après Déjerine, non du lobe occipital, mais du lobe temporal ; — enfin le développement donné à l'étude de la région sous-optique de Forel, permettant de savoir la marche des fibres nerveuses qui, provenant de l'écorce ou des corps optostriés, traversent cette région pour gagner la calotte et le bulbe.

Après avoir étudié, dans un chapitre spécial, la structure des circonvolutioes cérébrales, les auteurs abordent, dans le dernier chapitre de ce volume l'exposition des systèmes de radiation et d'association. C'est, après le travail analytique si rigoureux des pages précédentes, un ensemble synthétique des plus intéressants, puisque la connaissance exacte des trajets des faisceaux d'association, des fibres commissurales pourrait nous donner la clef de bien des symptômes observés à la suite des lésions de l'encéphale. Mais combien d'erreurs ont été professées déjà sur le trajet et sur le rôle de ces différents faisceaux commissuraux ! Erreurs qui auraient pu être évitées peut-être, si l'analyse avait été poursuivie avec plus de rigueur. L'étude critique du faisceau sensitif ou faisceau longitudinal inférieur est curieuse à cet égard, mais nous ne pouvons insister ici.

Nous terminerons cette analyse, incapable de donner une idée suffisante de l'œuvre de M. et Mme Déjerine, en exprimant le souhait qu'après avoir suivi avec eux le trajet des fibres d'association et des fibres commissurales, nous puissions suivre bientôt, sous leur direction, les fibres de projection, dont l'étude doit commencer le second volume.

Dr P. Langlois.

Lyon (Dr Gaston), *Chef de Clinique médicale à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Traité élémentaire de Clinique thérapeutique** — 1 *vol. in-8° de 964 pages (Prix : 15 fr.). G. Masson, éditeur,* 120, *boulevard Saint-Germain, Paris,* 1895.

M. le Dr G. Lyon a réuni dans cet ouvrage les divers moyens thérapeutiques actuellement employés. Toutes les maladies, quelque appareil ou quelque système qu'elles affectent, sont passées en revue, et leur description est suivie de la méthode de traitement qui leur est généralement appliquée.

Certaines questions, et, en particulier, les maladies de l'estomac, ont été traitées par M. G. Lyon avec une compétence spéciale. Les notions fournies par l'examen chimique du suc gastrique, par le chimisme stomacal sont exposées avec précision et détail.

La thérapeutique générale des dyspepsies s'appuie donc sur des données scientifiques d'une certaine rigueur.

Ce livre, qu'on ne peut analyser ici aussi longuement qu'il l'exigerait, puisqu'il embrasse toute la pathologie interne, est exclusivement destiné au public médical.

Il a été composé avec soin, élaboré avec patience. Les formules médicamenteuses en ont été choisies et simplifiées. Les indications des divers modes de traitement y sont données avec d'amples développements.

A. L.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Décembre 1895.

1° Sciences mathématiques. — MM. **G. Rayet et L. Picart** adressent leurs observations de la comète Perrine (16 novembre 1895) faites au grand équatorial de Bordeaux. La Comète se rapproche rapidement du Soleil et de la Terre; elle doit devenir très belle. — M. **Rossard** communique les observations de la comète Swift (1895, 20 août) faites au grand télescope, et de la comète Perrine (1895, 16 novembre) faites à l'équatorial de 0m,25, à l'Observatoire de Toulouse. — M. **Auric** compare la durée de l'année solaire avec celle des divers calendriers; le calendrier perse donne la valeur la plus approchée, mais il est possible d'obtenir une approximation plus grande qu'avec ce dernier calendrier, en admettant que toutes les années dont le millésime est divisible par 4 sont bissextiles sauf celles dont le millésime est divisible par 128. L'approximation devient ainsi dix fois supérieure à celle du calendrier grégorien. — M. **Emile Picard** a indiqué autrefois une voie à suivre pour étendre aux équations différentielles linéaires la théorie de Galois relative aux équations algébriques; il montre aujourd'hui qu'une équation auxiliaire, jouant un rôle essentiel, est définie dans son travail d'une façon trop particulière et qu'on est conduit de la manière la plus satisfaisante à la notion de groupe de transformation d'une équation linéaire, groupe qui est entièrement l'analogue du groupe de Galois pour une équation algébrique. — M. **H. Poincaré** fait une remarque sur un mémoire de M. Jaumann intitulé : « Longitudinales Licht »; il montre que les conséquences de la théorie proposée par l'auteur sont en contradiction avec les faits. — M. **G. Floquet** considère une équation différentielle linéaire, homogène, à coefficients elliptiques, de mêmes périodes 2ω et $2\omega'$, et développe sur un exemple simple une méthode qui, dans certains cas, permet d'obtenir aisément les conditions d'uniformité de l'intégrale générale, puis son expression sous forme explicite. — M. **J. Beudon** étend la méthode de Cauchy aux systèmes d'équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque, en démontrant le théorème suivant : Étant donné un système complètement intégrable, définissant z en fonction de $x_1 \ldots x_n$ et tel que toutes ses équations ont été amenées à être du même ordre p, si la différence entre le nombre des dérivées d'ordre p de z et le nombre de ces équations est inférieur au nombre des variables, la méthode de Cauchy est applicable et le système jouit des mêmes propriétés que les systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre. Dans le cas contraire, on devra employer la méthode de M. Darboux pour compléter le nombre des équations. — M. **Emile Borel**, qui a indiqué autrefois pour les fonctions d'une variable réelle, admettant dans un intervalle donné des dérivées de tous les ordres, un développement en série tel que les dérivées de la fonction s'obtiennent en dérivant la série terme à terme, a étendu ce théorème à une fonction de deux variables réelles, x, y, admettant des dérivées partielles de tous les ordres dans un rectangle, par exemple dans le carré défini par les inégalités :

$$-\pi \leq x \leq +\pi$$
$$-\pi \leq y \leq +\pi.$$

De plus, le développement est convergent ainsi que toutes ses dérivées partielles (prises terme à terme) et ces dérivées représentent par suite les dérivées de la fonction dans tout le domaine considéré. — M. **Paul Adam** démontre que la sphère et le cylindre sont les seules surfaces qui, dans deux translations rectilignes distinctes, que l'on peut (d'après la théorie des systèmes triples orthogonaux) toujours supposer rectangulaires, engendrent une famille de Lamé.

2° Sciences physiques. — **Ch. V. Zenger** adresse une note ayant pour titre : «Etudes de Physique moléculaire», où l'auteur dit avoir trouvé une relation simple entre la densité et la chaleur spécifique des éléments chimiques, relation qui permet d'envisager sous un jour nouveau les actions moléculaires qui ont présidé à la formation des éléments eux-mêmes. — M. **D. Hurmuzescu** a effectué une nouvelle détermination du rapport v entre les unités électrostatiques et électromagnétiques, en utilisant la méthode de Maxwell, fondée sur la mesure des forces électromotrices, et en modifiant cette méthode de façon à la rendre aussi précise que les autres procédés. La valeur de r est comprise entre $3{,}000\,5.10^{10}$ et $3{,}00\,20.10^{10}$. — M. **Georges Lemoine** a étudié la décomposition provoquée par la lumière dans les dissolutions de chlorure ferrique et d'acide oxalique et utilise cette décomposition pour mesurer l'intensité de la lumière. L'auteur conclut, au moins comme première approximation, que la décomposition chimique du mélange de chlorure ferrique et d'acide oxalique est proportionnelle à l'intensité lumineuse. La réaction n'éprouve pas sensiblement de retard au début et cesse, ou à très peu près, avec la suppression de la lumière. — M. **Ch. Moureu** a reconnu la présence de l'argon et de l'hélium dans la source naturelle de Maizières (Côte-d'Or); de plus, le volume de ces deux gaz est compris entre le 1/10 et le 1/5 du volume total. — M. **Henri Moissan** a reconnu la présence du sodium dans l'aluminium préparé par électrolyse à la Praz (France), à Neuhausen (Suisse) et à Pittsburg (Etats-Unis); la teneur varie entre 0,1 et 0,3 %. Le sodium rend l'aluminium beaucoup plus facilement attaquable, car tout alliage non homogène est d'une conservation difficile : il se forme des petits éléments de pile qui facilitent les réactions chimiques. — MM. **Troost** et **Ouvrard** se sont demandé si les gaz argon et hélium, qui existent dans les eaux sulfureuses de Cauterets, proviennent simplement de l'atmosphère. Dans ce but ils ont examiné les gaz extraits de l'eau de Seine, et de l'eau de mer; ceux-ci donnent des traces à peine sensibles, et même souvent douteuses, du spectre de l'hélium. L'hélium contenu dans certaines eaux minérales provient probablement des roches contenues dans les terrains traversés par ces eaux minérales. — M. **Bouchard** ajoute que les propriétés médicinales de ces eaux ne sont pas dues à l'argon et à l'hélium, mais peut-être à des combinaisons de ces éléments. — M. **Louis Campredon** donne un procédé pour déterminer expérimentalement le pouvoir agglutinant des houilles; il consiste à mélanger la houille avec un corps inerte et à soumettre le mélange à la carbonisation en vase clos. La houille retient sous forme de culot solide d'autant plus de matière inerte qu'elle est plus collante. Il n'existe en outre aucune corrélation entre la composition d'une houille établie par l'analyse immédiate et son pouvoir agglutinant. — M. **J. Férée** a préparé de grandes quantités d'amalgame de chrome par l'électrolyse d'une solution de chlorure chromique dans l'acide chlorhydrique; cet amalgame répond à la formule Hg^3Cr; comprimé à une pression de 200 kilos par centimètre carré, il abandonne du mercure et se transforme dans l'amalgame HgCr. Ces amalgames, distillés dans le vide au-dessous de 300°, donnent du chrome

pyrophorique à froid, qui s'enflamme spontanément à l'air en absorbant à la fois les deux éléments, azote et oxygène. L'acide carbonique, l'oxyde de carbone, l'acide sulfureux réagissent immédiatement sur ce chrome et le portent à l'incandescence. — M. **Albert Colson**, en distillant dans le vide le produit de la réaction du chlorure d'acétyle sur le nitrile lactique, a obtenu, outre l'éther acétique de ce nitrile, une masse visqueuse qui bout à 170° sous une pression de 15 millimètres de mercure et donne des cristaux par refroidissement. Ce composé nouveau est un amide complexe répondant à la formule $Az\,H\,(C^2H^3O)\,[CO.\,CH\,(C^2H^3O^2)\,CH^3]$. — MM. **Ph. A. Guye et Ch. Goudet** donnent de nouveaux exemples de la superposition des effets optiques des carbones asymétriques. Le pouvoir rotatoire d'un corps contenant plusieurs carbones asymétriques est la somme des pouvoirs rotatoires correspondants à chacun d'eux. — M. **P. Termier** a trouvé en Suisse des échantillons de quartz présentant deux formes nouvelles : le rhomboèdre e^6 et le scalénoèdre Γ_1. — M. **E. Maumené** adresse une note portant pour titre : « Etude minéralogique ». — M. **Garrigou-Lagrange**, à propos des effets des révolutions tropiques du Soleil et de la Lune sur la pression barométrique, présente les conclusions suivantes : « 1° L'atmosphère éprouve, entre le solstice d'hiver et l'équinoxe du printemps, sur l'hémisphère nord, des mouvements d'oscillation correspondant aux révolutions tropiques du Soleil et de la Lune. Ces oscillations se manifestent par des mouvements barométriques. 2° L'action de la révolution tropique du Soleil se manifeste par un abaissement continu et progressif du gradient à partir du solstice d'hiver. L'abaissement est dû à la jonction des maxima continentaux. 3° La comparaison des années qui présentent le même caractère montre que l'intensité de l'action lunaire est proportionnelle à l'amplitude du mouvement de l'astre en déclinaison. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Ranvier**, dans une note sur la structure des ganglions mésentériques du porc, dit qu'on trouve à la base du mésentère plus d'une centaine de ganglions lymphatiques, reposant sur un organe rubané, constitué par du tissu érectile ou caverneux. Les ganglions ne sont composés que de follicules sphériques, de $^1/_4$ à $^1/_2$ millimètre de diamètre, disséminés dans toutes les parties du ganglion. Ils sont entourés d'une pseudo-capsule sans être isolés toutefois du tissu intermédiaire. Les follicules, comme d'ordinaire, sont caractérisés par la présence du réseau capillaire. En somme, le ganglion tout entier est formé de tissu conjonctif réticulé et la lymphe peut circuler dans toutes les mailles de ce réseau. — M. **L. Roule** a exploré la Corse au point de vue zoologique. Il y a surtout étudié les poissons d'eau douce d'abord. L'auteur a rencontré des truites, des anguilles et le *Blennius Cagnota* Val. Cette faune semble être un emprunt direct à certaines formes marines, sans aucun appoint fourni par le continent. Quant à la faune marine, les golfes d'Ajaccio et de Valinco sont remarquablement riches en Poissons, Crustacés, Mollusques. M. **Caullery**, dans une étude sur l'anatomie et la position systématique des Ascidies composées du genre *Sigillina* Sav., montre que ce genre diffère des *Polyclinidæ* par la position du cœur et par celle des organes génitaux. Ce genre diffère également des *Distomidæ*, avec lesquels il n'a de commun que la position du cœur et du testicule et la structure de la tunique; l'auteur propose de réunir les *Sigillina* et une ascidie récemment décrite sous le nom de *Polyclinopsis* dans une famille appelée *Polyclinopsidæ*. — M. **Maquenne**, dans une note sur l'accumulation du sucre dans les racines de betteraves, établit que l'osmose est l'un des facteurs essentiels de l'accumulation des principes immédiats. Puisque l'égalité n'existe pas entre la composition chimique des différentes parties d'une même plante, il faut nécessairement que la diffusion soit contrebalancée par une autre influence : c'est ordinairement la transformation chimique que subissent les principes immédiats au cours même de leur migration qui produit cet effet. La différence de concentration des sucs cellulaires de la plante s'explique par ce fait que les pressions osmotiques sont en raison inverse des poids moléculaires des corps dissous. Le poids moléculaire du saccharose étant double de celui des glucoses, la concentration du premier sera le double de celui du second. — M. **Boule** étudie les glaciers pliocènes et quaternaires de l'Auvergne. Les moraines des fonds des vallées du Cantal sont reconnues comme telles par tous les géologues; l'auteur démontre que les brèches volcaniques du sommet des collines et des surfaces des plateaux sont également des moraines. — M. **Fournier** décrit la géologie et la tectonique du Caucase central.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Décembre 1895.

L'Académie procède à l'élection d'un membre titulaire dans la troisième section (Pathologie chirurgicale), en remplacement de M. Verneuil. M. **Charles Monod** est déclaré élu. — M. **Moncorvo** communique ses recherches sur l'influence du tanin dans le traitement de la diarrhée dans l'enfance. Il a administré le tanin sous forme de *tannigène*, combinaison définie de diacétyl et de tanin, qui se dédouble lentement sous l'influence des sécrétions alcalines de l'estomac. Les doses administrées à des enfants de 1 mois à 6 ans ont varié de 25 centigrammes à 2 grammes par 24 heures. Elles ont été très bien supportées et ont donné de bons résultats là où le salicylate de bismuth et le benzo-naphtol avaient échoué. — M. **Layet** communique une série d'expériences, faites avec le concours de MM. les Drs **Le Dantec** et **Benech**, pour vérifier l'unicité de la variole et de la vaccine ; il conclut à la négative. — M. le Dr **de Valcourt** lit un mémoire sur les bains de mer à Cannes pendant l'hiver. — M. le Dr **J. Bertillon** lit un mémoire sur la statistique des hernies.

Séance du 10 Décembre 1895.

Séance publique annuelle pour 1895. — M. **Cadet de Gassicourt** lit le « Rapport général sur les prix décernés par l'Académie en 1895 ». — M. **Empis** proclame les noms des lauréats des prix. — M. **J. Bergeron** prononce l'éloge de M. **Gubler**.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 16 Novembre 1895.

MM. **Thomas** et **Roux** présentent deux communications : 1° De l'évocation spontanée des images auditives verbales chez les aphasiques moteurs (aphasie motrice de Broca); 2° Essai sur la psychologie des associations verbales et sur la rééducation de la parole dans l'aphasie motrice. Ils ont constaté qu'en montrant bien aux malades les mouvements d'articulation, on arrivait assez rapidement à leur faire prononcer des syllabes et même des mots. — M. **Ch. Contejean** a recherché la cause pour laquelle les injections intraveineuses de peptone empêchent la coagulabilité du sang. La peptone n'agit pas directement, mais bien par un ferment qui se produit par l'irritation des nerfs du foie. — M. **Fournier** présente des cultures de pneumocoques sur sang défibriné ; elles sont plus abondantes que dans tout autre milieu.

Séance du 23 Novembre 1895.

M. **Gley** démontre l'intervention du foie dans le phénomène de l'incoagulabilité du sang après des injections intra-veineuses de peptone ; le foie sécrète probablement une substance sous l'influence de la peptone. — M. **Phisalix** pense qu'il existe à la fois, dans le sang de la vipère, un principe toxique et un principe immunisant, le premier se détruisant sous l'influence de la chaleur. — M. **Rémy-Saint-Loup** présente des cobayes

ayant quatre doigts aux pattes de derrière, anomalie qui s'est étendue à plusieurs générations et qu'il attribue à un régime particulier qu'il fait suivre à ces animaux. — M. **P. Bonnier** a étudié les fonctions de la vessie natatoire des poissons en relation avec celles du labyrinthe. — M. **Mangin** communique ses recherches sur un parasite de la fleur des Immortelles. — M. **Nicolas** (de Lyon) envoie une note sur les propriétés bactéricides du sérum antidiphtérique. — M. **Iscovesco** rapporte un cas d'hypothermie dans la paralysie générale. — M. **Beauregard** a étudié un bloc d'ambre gris de 25 centimètres cubes ; on sait que l'ambre gris est un calcul intestinal du Cachalot. — M. **Ch. Henry** présente un nouveau dynamomètre.

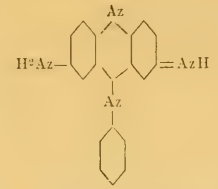
Séance du 30 Novembre 1895.

M. **Suchard** est élu membre de la Société. — M. **Ranvier** communique ses recherches sur la structure des ganglions lymphatiques. Le ganglion peut être considéré comme une cavité pleine de lymphe, à l'exception des travées et du tissu conjonctif. — M. **G. Marinesco** relate quelques cas de polynévrites avec lésions associées des centres nerveux. — M. **Déjerine** rapporte l'observation d'un malade atteint de sclérose primitive des cordons latéraux de la moelle et ayant présenté, pendant sa vie, de la paralysie spasmodique des quatre membres avec signes classiques de la démarche et exagération des réflexes. — MM. **Haushalter** et **Guérin** communiquent l'histoire d'un idiot de 6 ans, ayant présenté de la cachexie, de l'œdème et de la nucléo-albuminurie qui ont disparu sous l'influence du traitement thyroïdien. — M. **Arthaud** envoie une note sur l'influence héréditaire de la tuberculose.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 22 Novembre 1895.

M. **Béchamp** a reconnu dans ses remarquables recherches que le lait est spontanément altérable. On a confondu jusqu'à ce jour sous le nom de matières organiques deux choses absolument distinctes. 1° Les solutions de matières organiques dans un dissolvant quelconque, mixte physico-chimique, n'ayant jamais eu de vie ou n'ayant rien conservé de ses origines, si les produits en présence découlaient d'organismes ayant vécu; 2° les liquides physiologiques au sens réel du mot, produits dérivant directement d'un organisme vivant, tels que le sang, l'urine, le lait. La première espèce de matière organique est inaltérable, si on la conserve en présence d'un volume limité d'air ordinaire et de créosote. Au contraire, la seconde classe de substances dans les mêmes conditions, traitée de la même manière, ne tarde pas à subir des transformations diverses. Le lait par exemple est spontanément altérable; les germes venant du dehors ne jouent aucun rôle dans les phénomènes d'aigrissement et de coagulation. En se plaçant dans les conditions qui lui avaient réussi avec les liquides de la première espèce, M. Béchamp n'est pas parvenu à arrêter les transformations du lait. La coction prolongée, considérée à l'heure actuelle comme un procédé permettant de conserver au lait ses propriétés et qualités, l'altère réellement; les microzymas qui sont les éléments vivants du lait perdent dans ces conditions leur activité. M. Béchamp expose ensuite ses idées sur les microzymas existant dans tous les liquides et tissus de l'organisme, et sur les microzymes de l'air, de la terre (microzymas géologiques) provenant des organismes détruits aux époques géologiques. Ces granulations moléculaires séparées, après la mort de l'individu, du substratum où elles se sont formées, n'en restent pas moins capables d'entrer en jeu lorsque les conditions de milieu deviendront favorables à leur évolution. — M. **George F. Jaubert** communique l'historique très détaillé des safranines et des indulines ; il démontre, par une nouvelle synthèse de la safranine, que la formule de cette dernière doit être symétrique et correspondre à la constitution suivante :



M. Jaubert a préparé aussi une série de safranines dans lesquelles le radical phénylique relié à l'azote azinique est remplacé par un radical méthylique, naphtylique, etc. M. Jaubert poursuit ses recherches. — Il a été déposé à cette séance une note de M. **Brizard** sur quelques sels d'argent du ruthénium nitrosé, une note de M. **Winter** sur la température de congélation des liquides de l'organisme ; application à l'analyse du lait, et trois notes de M. **Brochet** sur l'action du chlore dans la série propylique. E. CHARON.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 8 Novembre 1895.

M. **Everett** : « Le champ magnétique d'une bobine cylindrique ou d'un circuit plan. » C'est l'indication d'une méthode pratique de calcul. — M. **Griffiths** et **Miss Dorothy Marshall** : « La chaleur latente de vaporisation de l'eau. » La perte de chaleur due à la vaporisation est compensée principalement par la chaleur fournie par un courant électrique : cette énergie peut être déterminée avec beaucoup de précision. On trouve :

$$L = 107{,}05 - 0{,}1381\,O.$$

où O est la température et où l'on emploie l'unité thermique à 15°. — M. **Ramsay** et **Miss Marshall** : « Sur une méthode de comparaison des chaleurs de vaporisation des différents liquides à leurs points d'ébullition. » Le liquide à étudier est enfermé dans une ampoule de verre, et mis dans une enveloppe extérieure remplie de la vapeur du même liquide. Un tube ouvert est fixé au sommet de l'ampoule, de façon qu'il y ait libre communication entre l'intérieur et l'enveloppe de vapeur, et aucune perte de matière. A l'intérieur de l'ampoule est une spirale de fil de platine fin attachée à des bornes de platine qui sont scellées dans le verre. La température du liquide dans l'ampoule s'élève jusqu'au point d'ébullition grâce à l'enveloppe de vapeur; alors, quand on lance un courant dans le fil, l'intégralité de la chaleur développée est dépensée à convertir une portion du liquide en vapeur. Deux ampoules semblables sont reliées en série, et le rapport de leurs pertes de poids est en raison inverse des chaleurs de vaporisation des liquides. Il y a à faire une correction relative à l'inégalité de résistance des spires, et le rapport des différences de potentiel aux deux bouts des deux spirales, quand le courant passe, est déterminé à chaque expérience par la méthode de Poggendorff. M. Ramsay appelle spécialement l'attention sur les valeurs de $\frac{ML}{T}$, M étant le poids moléculaire, T la température absolue, et L la chaleur latente. On remarque de curieuses différences dans le cas de l'eau, de l'alcool et de l'acide acétique. — M. **Carey Foster** exprime son admiration pour cette méthode, qui évite la nécessité de connaître la chaleur spécifique du liquide et de la vapeur. Après une discussion à laquelle prennent part MM. S. Thompson, Rücker, Abney, Rodger, Appleyard, Griffiths et Rhodes, M. Ramsay expose qu'une légère surchauffe de la vapeur n'altère pas sensiblement les résultats, puisque, au voisinage des températures auxquelles on opère, la chaleur latente varie peu avec la température. Il estime que d'expériences faites avec M. Young il résulte qu'une enveloppe de vapeur est absolument imperméable à la chaleur rayonnante venant de l'intérieur.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 7 Novembre 1895.

M. le Président donne lecture d'un télégramme adressé à Mme Pasteur à l'occasion de la mort de son illustre époux, membre étranger de la Société. Il communique également le texte du télégramme adressé à l'Institut de France à l'occasion de son centième anniversaire. — **M. Arthur Smithells** publie le détail de ses expériences sur la température de la flamme de l'acétylène et sur la théorie de son pouvoir lumineux. — **MM. Frederick, D. Chattaway** et **Harry Ingle** ont recherché de nouvelles méthodes pour la préparation de nouvelles séries d'hydrazines qui, théoriquement, doivent fournir six séries de dérivés substitués. Pratiquement on n'en connaît que trois. Ils ont obtenu les hydrazines quaternaires en faisant réagir le sodium ou l'éthylate de sodium sur une amine secondaire jusqu'à remplacement de l'hydrogène par le sodium. Ils décrivent la tétraphénylhydrazine $(C^6H^5)^2Az.Az(C^6H^5)^2$ et la tétraparatolylhydrazine $(C^6H^4CH^3)^2Az.Az(C^6H^4CH^3)^2$. — **MM. G.-G. Henderson** et **David Prentice** ont fait réagir les oxydes d'arsenic et d'antimoine sur certains sels d'acides hydroxylés. Avec les citrates de potassium, sodium et ammonium, l'oxyde d'antimoine donne des composés de formule générale :

$$SbOM^3(C^6H^6O^7)^2 x H^2O$$

et l'oxyde d'arsenic donne des composés analogues. Ils ont pu obtenir également des composés avec les mucates, quoique beaucoup plus difficilement. Ce sont les corps :

$$2SbOKC^6H^8O^8KC^6H^2O^8.6H^2O$$

et

$$SbOKC^6H^8O^8.4H^2O$$

— **MM. E. Divers**, F. R. S. et **T. Haga** ont déterminé indirectement par voie quantitative la formule du nitrososulfate de sodium qu'ils ont trouvé être :

$$NaOAz : AzO.SO^3Na$$

Dans une deuxième communication, ils passent en revue une série de nitrososulfates dont ils fixent la composition. — **MM. G.-L. Thomas** et **Sidney Young** F.-R.-S. ont pu retirer l'hexane normal de l'éther de pétrole. Ils donnent les constantes physiques du corps qu'ils sont parvenus à isoler, et en décrivent les différentes propriétés. — **M. Augustus E. Dixon** décrit une série de thiocarbimides à radicaux acides et spécialement les thiocarbimides à radicaux acides valérique et cinnamique. — **M. A.-G. Perkin** publie ses recherches sur les substances constituant le rouge retiré du *Polygonum cuspidatum*. Le corps principal est formé d'une glusocide : $C^{21}H^{20}O^{10}$. — **M. G.-S. Newth** : Note sur l'action de l'acide fluorhydrique sur le silicium. — **M. G.-E. Show** a étudié les periodures de théobromine qu'il a obtenus en saturant d'acide iodhydrique une solution de théobromine. Il leur attribue la composition suivante : $(C^7H^3Az^4O^2HI)^2I^3$. — **M. George Joung** a pu réaliser la synthèse de la diphényloxytriazoline en faisant réagir la benzaldéhyde sur la phénylsémicarbazide déjà décrite par lui. Cette synthèse se produirait suivant l'équation :

$$C^7H^7Az^3O + C^7H^6O + O = C^{14}H^{11}Az^3O$$

— **MM. Wyndham, R. Dunstan** F. R. S. et **Francis H. Carr** : Note sur la piperovatine et description de la dibenzaconine et de la tétracétylaconine. — **M. A. Wentworth Jones** publie le tableau des changements de volume moléculaire durant la formation de solutions diluées dans des liquides organiques; il croit que ces changements sont analogues aux variations observées dans la loi de Boyle pour certains gaz.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Communications reçues récemment :

SCIENCES NATURELLES. — **M. V. Ebner** : Structure de la corde dorsale de l'*Amphioxus lanceolatus*. — **M. Alfred Nalepa** : Nouveaux microbes de la bile (12e Communication). L'auteur décrit le *Phytoptus macrotuberculatus*, le *Phytoptus Ruhsaameni* et le *Trimerus gemmicola*.

Séance du 24 Octobre 1895.

M. C. Weierstrass, de Berlin, est élu membre honoraire. — **M. H. Seeliger**, de Munich, est élu membre correspondant.

SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Edouard Mazelle** : Etudes sur la marche diurne de la variation de température de l'air. La variation diurne de la température, étudiée sur un ensemble d'observations poursuivies pendant dix ans, manifeste une double oscillation qui devient presque une oscillation simple pendant l'hiver. En hiver, les plus grandes variations coïncident avec le minimum de température. En été, on constate deux maxima et deux minima très nets. — **M. J. Holetschek** : Recherches sur la grandeur et l'éclat des comètes. Première partie : Les comètes jusqu'en 1760. — **MM. Eder** et **Valenta** ont étudié le spectre de l'argon dans sa partie rouge. Le gaz fourni par Lord Rayleigh était placé dans un tube bien fermé à la pression de 1 à 3 mm. Les lignes les plus caractéristiques correspondent aux longueurs d'ondes suivantes : λ = 4628,56; 4596,22; 4522,49; 4510,85; 4300,18; 4272,27; 4259,42; 4251,25. — **M. Joseph V. Geitler** : Etude des oscillations dans l'excitateur de Hertz. — **M. V. Lang** : Etudes d'interférences des ondes électriques. Ces études sont fondées sur le même principe que les recherches acoustiques bien connues de Quincke.

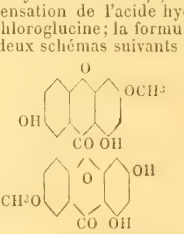
Séance du 7 Novembre 1895.

Sir **Archibald Geikie** de Londres est élu membre correspondant étranger.

SCIENCES PHYSIQUES. — **M. J. Herzig** : Sur l'hématoxyline et la brassiline (3e communication). On peut éliminer quatre atomes d'hydrogène de ces composés ou de leurs dérivés acétylés et alkylés, sans faire disparaître la fonction due à la présence de l'oxygène. Ces corps sont donc des dérivés tétrahydrés de combinaisons aromatiques. — **MM. Eder** et **Valenta** : Sur le spectre du cuivre, de l'argent et de l'or, — **M. Wilhelm Sigmund** : Action de l'ozone sur les plantes. — *Observatoire de Vienne* : Ensemble des observations météorologiques et magnétiques faites pendant le mois de juillet.

Séance du 14 Novembre 1895.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Puschl** : Points d'ébullition et température critique. — **M. Richard Godeffroy** : Sur la constitution des hydrates de carbone. — **MM. Kostanecki** et **J. Tambor** : Recherches synthétiques dans la série de la gentisine. La gentisine est obtenue par la méthylisation de la 1,3,7 trioxyxanthone obtenue par condensation de l'acide hydroquinoncarbonique avec la phloroglucine; la formule de constitution est l'un des deux schémas suivants :



2° SCIENCES NATURELLES. — **M. Richter** adresse une communication provisoire sur ses études géologiques de la Norwège entreprises à l'instigation de l'Académie.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17. *Le Directeur-Gérant :* LOUIS OLIVIER

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME VI DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1895)

I. — ARTICLES ORIGINAUX

Actualités scientifiques et industrielles

La soudure de l'Aluminium 36
La mesure des petites résistances en électricité 36
Les transmissions électriques 74
Sonnerie électrique industrielle destinée aux endroits humides 75
Nouvelle bouée de sauvetage 75
Les locomotives électriques de *Baltimore and Ohio Railroad* 129
Troubles causés sur les lignes téléphoniques par une distribution à courants alternatifs 129
Communications téléphoniques entre les trains et les stations de chemins de fer 130
Le relèvement des câbles sous-marins 184
Nouveau type de locomotive minière 185
Une nouvelle forme de trolley 185
Le prolongement souterrain de la ligne de Sceaux 239
Les décharges électriques à travers les gaz 283
L'efficacité de l'électrocution 285
L'emploi des courants triphasés à la station centrale d'électricité de Chemnitz 344
Les propriétés magnétiques du fer sont-elles influencées par des renversements fréquents de polarité? 385
Deux nouveaux explosifs de grande puissance 428
Le frein à air Genett 428
Le séparateur Sweet 429
L'électricité employée comme moyen de chauffage 464
Une sablière pour tramways 465
Les transports de force et les transformateurs de grande puissance 516
Traitement électrolytique des sels d'aluminium 517
Commutateur automatique 517
Nouveau système de distribution d'électricité; système monocyclique du Dr L. Bell 561
Sur l'extension de l'électrochimie industrielle 596
L'éclairage à l'acétylène 598
Le Cinématographe de MM. Auguste et Louis Lumière 633
Torpilleur en aluminium 786
Action des courants alternatifs à haute tension sur l'homme 787
La mesure des petits allongements dans les essais de résistance des métaux 822
La cémentation des lingots destinés aux plaques de blindage 856
Les usines à transmissions électriques aux États-Unis 857
Un moteur-alternateur destiné aux recherches de laboratoire à University-College (Londres) 858
Les locomotives de la *Baltimore and Ohio Railroad Company* 895
Le comparateur automatique enregistreur de M. le commandant Hartmann 945
Le retour du courant dans les lignes de tramways électriques et la soudure des rails 980
Exemples de transport d'énergie électrique à grande distance 982
La technique de la séparation de l'Argon et l'analyse de l'air. Appareils de lord Rayleigh et du professeur William Ramsay 1017
Un nouveau type de compresseur d'air 1056
Un nouveau système de tramway à conducteur souterrain 1099
Nouveaux appareils de débrayage et freinage automatiques 1100

Astronomie et Météorologie

CASPARI (E.). — Les études récentes sur le Pendule 101
TEISSERENC DE BORT (L.). — La Météorologie au Congrès de Caen 164
TISSERAND (F.). — Revue annuelle d'Astronomie 380

Botanique et Agronomie

CONVERT (F.). — Le rôle de la Science dans l'évolution de l'Agriculture 56
DEHÉRAIN (P.-P.). — Revue annuelle d'Agronomie 1008
DUGAST. — L'état actuel de la Vinification en Algérie et en Tunisie 141
FAYMOREAU D'ARQUISTADE (A. de). — Les grandes exploitations agricoles à Madagascar : Canne à sucre, Cotonnier, Vanillier, Pignon d'Inde, Caféier, Cacaoyer, Tabac, Aloès et Agavé, Riz et autres cultures 708
LARBALÉTRIER (A.). — Culture de l'orge de brasserie et du houblon en France 958
LEZÉ (R.). — La laiterie moderne et l'industrie du lait concentré 539
LIONIER (O.). — La Botanique au Congrès de Caen 172
ROOS (L.). — État actuel de la Vinification en France. 798
ROUSSEAUX (E.). — L'Agronomie au Congrès de Caen. 173

Chimie

CANDLOT (E.). — Industrie des chaux hydrauliques et des ciments en France 299
CHARPY (G.). — Les recherches du Professeur W. Ramsay sur l'Argon et l'Hélium 297
— Les actions chimiques de la lumière et de la chaleur, méthode de M. G. Lemoine 582
ÉTARD (A.). — Revue annuelle de Chimie pure 780
FREUNDLER (Ch.). — La Chimie au Congrès de Caen 167
HALLER (A.). — L'enseignement chimique à l'Étranger. Laboratoires nouveaux 201
JEAN (Ferdinand) et JEAN (Jules). — L'industrie des suifs comestibles et industriels 412
LE CHATELIER (H.). — Les alliages métalliques 529
LE VERRIER (U.). — Revue annuelle de Métallurgie 177
LEWES (V.-B.). — La synthèse industrielle des hydrocarbures employés à l'éclairage 269
LINDET (L.). — Évolution de la sucrerie 224
MAQUENNE (L.). — Asymétrie et fermentation, à propos des travaux de M. Em. Fischer 53
MATIGNON (C.). — Description des nouveaux laboratoires de la Faculté des Sciences de Lille 479
MOISSAN (H.). — L'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Lille 477
— Sur la préparation industrielle du carbure de calcium 514
MÜLLER (P.-T.). — L'Institut chimique de Nancy 23
OLIVIER (L.). — Remarques sur l'industrie du sucre 235

29559

— L'Oxygène est-il un corps simple? 361
— Remarques sur l'industrie du suif 425
RAYLEIGH (J.-W.) et RAMSAY (W.). — L'Argon, nouvel élément de l'atmosphère 90
SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES. — Discussion sur l'Argon 103
SOREL (E.). — L'industrie de l'acide sulfurique en France 839
— L'industrie des phosphates et superphosphates en France 1038
URBAIN (E.). — État de la sucrerie en France 204
— Une révolution dans l'éclairage au gaz. Utilisation commerciale et industrielle du carbure de calcium pour la production de l'Acétylène 446

Chirurgie, Médecine, Hygiène, Microbie médicale

HARTMANN (H.). — Revue annuelle de Chirurgie 937
JAYLE (F.). — La Médecine et l'Hygiène au Congrès de Caen 174
LACAZE (Dr). — Pathologie de Madagascar. — Conditions sanitaires de Majunga à Tananarive. Hygiène du soldat et acclimatement du colon 745
LÉTIENNE (Dr A.). — Revue annuelle de Médecine 1049
ROULE (L.). — La Phagocytose normale 586
SPRINGER (Dr M.). — Les progrès de la Pathologie générale 977

Géographie, Géologie et Paléontologie

BIGOT (A.). — La Géologie au Congrès de Caen 169
CAUSTIER (E.). — Le monde malgache. Géographie et aspect général de Madagascar. Le sol, la flore, les forêts. Les races malgaches et leur civilisation 650
DEHÉRAIN (H.). — Revue annuelle de Géographie 620
FOUCART (G.). — L'état du commerce à Madagascar et l'avenir économique de l'île 718
GRANDIDIER (A.). — Les Hova de Madagascar 49
HAUG (E.). — Revue annuelle de Géologie 1086
LAUNAY (L. de). — L'avenir géologique de l'or et de l'argent. Conséquences économiques et sociales 362
SUBERBIE (L.). — Les gisements aurifères de Madagascar 715
XXX. — Questions d'Afrique. Le Soudan français 506
XXX. — L'expansion française en Afrique 593

Mathématiques

LAISANT (C.-A.). — Les Mathématiques au Congrès de Caen 159

Mécanique appliquée et Génie civil

BRILLOUIN (M.). — Les progrès des machines volantes. Stabilité 766
CRONEAU (A.). — Revue annuelle des progrès de la Marine 751
DEMENGE (E.). — État actuel du travail du Fer et de l'Acier :
1re partie : Forgeage et laminage 870
2e partie : Produits de forge. Conditions géographiques et économiques de la production 917
DWELSHAUVERS-DERY (V.). — Inscription des variations de la température des parois métalliques des cylindres à vapeur 773
GAY (A.). — Les moteurs à pétrole de faible puissance 573
LAVERGNE (Gérard). — Les applications mécaniques de l'électricité dans les mines 8
VIVET (L.). — Le Congrès des *Naval Architects* à Paris en Juin 1897 846
WITZ (A.). — Les derniers progrès de la machine à vapeur 613

Physiologie

CHARRIN (A.). — Les Toxines : mécanisme de leur action 24
DELAGE (Y.). — Une science nouvelle : la Biomécanique 1441
HERZEN (A.). — La digestion triptique des Albuminoïdes et la sécrétion interne de la rate 494
RICHER (Dr P.). — La morphologie physiologique de la marche de l'Homme 335
SOURY (J.). — Revue annuelle de Psychologie physiologique 62
WEISS (G.). — La théorie chimique de la vision 253

Physique

BRUNHES (Bernard). — Idées nouvelles sur la Photographie des couleurs, d'après les derniers travaux de M. Otto Wiener 609
BRILLOUIN (M.). — Pour la matière 1032
CORNU (A.). — Quelques mots de réponse à *La Déroute de l'Atomisme contemporain* 1030
CROOKES (W.). — Les spectres de l'Argon 99
DEWAR. — Les anomalies dans la liquéfaction de l'Azote 107
GARIEL (C.-M.). — Revue annuelle de Physique 550
GOSSART (E.). — La Physique au Congrès de Caen 160
GOUY (G.). — Le mouvement brownien et les mouvements moléculaires 1
GUILLAUME (Ch.-Ed.). — L'Exposition de la Société française de Physique. Séances de Pâques, 16 et 17 Avril 1896 374
— La convention du mètre 886
LUMIÈRE (Auguste et Louis). — La Photographie des couleurs. Ses méthodes et ses résultats 1034
MATHIAS (E.). — La liquéfaction de l'hydrogène. Détermination de la température critique et de la température d'ébullition normale de l'hydrogène 617
MOURET (G.). — L'Entropie, sa mesure et ses variations :
1re partie : Méthode, lois fondamentales 909
2e partie : Mesure de la reversibilité des transformations isothermes 1001
— Le facteur thermique de l'évolution 1071
OLSZEWSKI (K.). — La liquéfaction et la solidification de l'Argon 101
OSTWALD (W.). — La déroute de l'Atomisme contemporain 933
— Lettre sur l'Energétique 1069

Zoologie et Anatomie

BEAUREGARD (H.). — Revue annuelle d'Anatomie 847
JOURDAN (Et.). — Le tissu musculaire dans la série animale 407
KŒHLER (Dr R.). — Revue annuelle de Zoologie 271
LE DANTEC (F.). — Les Coccidies 775
— Les Myxosporidies 1082
MILNE-EDWARDS (A.). — Les animaux de Madagascar. Conférence faite au Museum 693
PRENANT (A.). — Le corpuscule central et la division cellulaire 423
RETTERER (E.). — Le placenta des Carnassiers, d'après M. le Professeur Mathias Duval 993
ROCHÉ (G.). — L'état actuel de l'industrie française des pêches maritimes 109
ROUVILLE (E. de). — La Zoologie au Congrès de Caen. 170

Sciences diverses

GARIEL (C.-M.). — Les travaux de la Conférence bibliographique de Bruxelles 833
OLIVIER (L.). — La Politique française à Madagascar. 753

Revues annuelles

BEAUREGARD (H.). — Anatomie 847
CRONEAU (A.). — Progrès de la Marine 751
DEHÉRAIN (H.). — Géographie 620
DEHÉRAIN (P.-P.). — Agronomie 1008
ÉTARD (A.). — Chimie pure 780
GARIEL (C.-M.). — Physique 550
HARTMANN (H.). — Chirurgie 937

Haug (E.). — Geologie 1086
Koehler (Dr R.). — Zoologie 271
Lefienne (Dr A.). — Médecine 1049
Le Verrier (U.). — Métallurgie 177
Soury (J.). — Psychologie physiologique 62
Tisserand (F.). — Astronomie 380

II. — BIBLIOGRAPHIE

1° Sciences mathématiques.

Mathématiques

Bachmann (P.). — Zahlentheorie 242
Bardey (Dr E.). — Zur Formation quadratischer Gleichungen 825
Cantor (M.). — Vorlesungen über Geschichte der Mathematik 3e volume 76
Darboux (G.). — Leçons sur la Théorie générale des Surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal. 3e partie : Lignes géodésiques et courbure géodésique. Paramètres différentiels. Déformation des surfaces (3e fascicule) 76
Eberhard (Dr V.). — Ueber die Grundlagen und Ziele der Raumlehre 441
Ganter (H.) et Rudio. — Elemente der Analytischen Geometrie der Ebene 37
Grassmann. — Gesammelte mathematische und physikalische Werke (1er volume). 1re partie : Die Ausdehnungslehre von 1844 und die Geometrische Analyse 859
Greenhill (A.-G.). — Les fonctions elliptiques et leurs applications, traduit de l'anglais par J. Griess 518
Henry (Charles). — Abrégé de la théorie des Fonctions elliptiques 467
Holzmüller (Dr G.). — Methodisches Lehrbuch der Elementar Mathematik ..... 388 et 947
Kraft (F.). — Précis de Calcul géométrique d'après les théories de Grassmann (en allemand) 186
Laisant (C.-A.). — Traité d'Aritmétique suivi de notes sur l'Ortografe simplifiée, par P. Malvezin 1020
Lallemand (Ch.). — Rapport présenté à la Commission extraparlementaire du Cadastre sur l'état actuel du Bornage des propriétés en France 186
Méray (Ch.). — Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques 347
Niewenglowski (B.). — Cours de Géométrie analytique : I. Sections coniques 431
II. Construction des courbes planes et compléments relatifs aux coniques 519
Schlesinger (Prof. Dr L.). — Handbuch der Theorie der linearen Differential-Gleichungen, t. I 599
Schulke (Dr A.). — Vierstellige Logarithmen Tafeln, nebst mathematischen-physikalischen und astronomischen Tabellen für den Schulgebrauch 859
Scott (C.-A.). — An introductory account of certain modern ideas and methods in plane Analytical Geometry 348
Sturm (Rudolf). — Traité synthétique des figures du premier et du second degré dans la Géométrie linéaire. 1re partie : Complexes linéaire et tétraédral. 2e partie : Congruences du premier et du second ordre (en allemand) 37
Tannery (J.). — Introduction à l'Étude de la Théorie des Nombres et de l'Algèbre supérieure. Conférences faites à l'École Normale, rédigées et complétées par MM. E. Borel et J. Drach 131
Veronese (Giuseppe). — Principes fondamentaux de la Géométrie à plusieurs dimensions (en allemand) 788
Wirtinger (W.). — Untersuchungen über Thetafunctionen 1058

Astronomie et Météorologie

Bigourdan (G.). — Sur la mesure micrométrique des petites distances angulaires célestes et sur un moyen de perfectionner ce genre de mesures 755
Hatt (Ph.). — Des marées 1020
Vislicenus (D.-W.-F.). — Astronomische Chronologie 242

Thermodynamique, Mécanique générale et Mécanique appliquée

Alheilig (M.) et Roche (C.). — Traité des machines à vapeur, t. I 898
Bôcher (M.). — Sur les développements en séries dans la théorie du potentiel 348
Bourlet (C.). — Traité des bicycles et bicyclettes, suivi d'une application à la construction des vélodromes 466
Caspari (E.). — Les chronomètres de marine 387
Chalon (P.-F.). — Aide-mémoire du mineur 564
Croneau (A.). — Construction pratique des navires de guerre 947
Debains (A.). — Instructions pratiques sur l'utilité et l'emploi des machines agricoles. I. Labours. II. Semailles. III. Récoltes 599
Denfer (J.). — Charpenterie métallique. Menuiserie en fer et Serrurerie, I 242
Dudebout et Croneau. — Appareils accessoires des chaudières à vapeur 1101
Greenhill (A.-G.). — Traité sur l'Hydrostatique (en anglais 1101
Minel (P.). — Régularisation des moteurs des machines électriques 859
Painlevé (Paul). — Mémoire sur la transformation des équations de la Dynamique 131
Resal (H.). — Traité de Mécanique générale. I. Cinématique. Théorèmes généraux de la Mécanique. De l'équilibre et du mouvement des corps solides. II. Frottement. Équilibre intérieur. Élasticité. Hydrostatique. Hydrodynamique. Hydraulique 898
Richard (G.). — Les moteurs à gaz et à pétrole en 1893 et 1894 825
Vallier (E.). — Balistique des nouvelles poudres 755
Witz (A.). — Les machines thermiques (à vapeur, à air chaud et à gaz tournants) 348

2° Sciences physiques.

Physique

Appert (L.) et Henrivaux (J.). — La Verrerie depuis vingt ans 389
Bedell (F.) et Crehore (A.-C.). — Étude analytique et graphique des courants alternatifs 788
Berthier (A.). — Manuel de Photochromie interférentielle 565
Brunel (G.). — La Photographie pour tous 77
Brunhes (Bernard). — Cours élémentaire d'Électricité. 948
Colson (R.). — La perspective en Photographie 187
Demarçay (E.). — Spectres électriques 519
Du Bois (H.). — Magnetische Kreise, deren Theorie und Anwendung 349
Dumoulin (E.). — Les couleurs reproduites en Photographie 39
Earl (A.). — Leçons pratiques sur les mesures physiques (en anglais) 287
Estaunié (E.). — Les sources d'énergie électrique 1102
Fourtier (H.). — Les lumières artificielles en Photographie 243
Fuchs (Gotthold). — Guide pour la détermination du poids moléculaire par les méthodes cryoscopiques et ébulliscopiques de Beckmann (en allemand) 984

Gérard (Éric). — Mesures électriques..... 1102
Guerronnan (A.). — Dictionnaire synonymique français, allemand, anglais, italien et latin des mots techniques et scientifiques employés en Photographie..... 860
Heen (P. de) et Dwelshauvers-Dery (F.-V.). — Étude comparative des isothermes observées par M. Amagat et des isothermes calculées par la formule de M. Van der Waals..... 243
Henry (A.). — Étude expérimentale de la vaporisation dans les chaudières de locomotives faites dans les ateliers du P.-L.-M..... 243
La Baume-Pluvinel (A. de). — La théorie des Procédés photographiques..... 600
Legros (Ct V.). — Description et usage d'un appareil élémentaire de Photogrammétrie..... 468
Maréchal (H.). — L'Éclairage à Paris..... 132
Minel (P.). — L'Électricité appliquée à la marine..... 187
Moreau (G.). — Étude industrielle des gites métallifères..... 468
Mullin (A.). — Instructions pratiques pour produire des épreuves photographiques irréprochables..... 388
Nichols (E.). — A laboratory manual of Physics and applied Electricity..... 432
Petit (P.). — La Bière et l'Industrie de la Brasserie.. 1102
Pionchon (M.-J.). — Électricité industrielle : Leçons sur les notions fondamentales relatives à l'étude et à la mesure de l'Énergie électrique..... 77
— Leçons sur les notions fondamentales relatives à l'étude pratique des courants alternatifs..... 1102
Poincaré (H.). — Les Oscillations électriques. Leçons professées pendant le premier trimestre 1892-1893, rédigées par Ch. Maurin..... 983
Preston (Th.) — La théorie de la Chaleur (en anglais)..... 287
Soret (A.). — Cours théorique et pratique de Photographie, t. II..... 187
Thompson (S.-P.). — L'Électro-Aimant et l'Électro-Mécanique, traduit de l'anglais par E. Boistel..... 600
Witz (A.). — Cours élémentaire de manipulations de Physique..... 1058

Chimie

Appert (L.) et Henrivaux (J.). — La Verrerie depuis vingt ans..... 389
Andrieu (P.). — Le Vin et les Vins de fruits..... 39
Arnold (J.-O.). — Steel Works analysis..... 826
Beaudet (L.), Pellet (H.) et Sailland (Ch.). — Traité de la Fabrication du Sucre de betteraves et de cannes..... 826
Berthelot (D.). — De l'Allotropie des corps simples.. 77
Billy (E. de). — Fabrication de la Fonte..... 38
Bourgoin (A.-E.). — Acides organiques à fonction complète (2e partie)..... 38
Cross (C.-F.) et Bevan (E.-J.). — Cellulose, an Outline of the Chemistry of the structural Elements of Plants..... 601
Etard (A.). — Les nouvelles théories chimiques..... 1021
Garçon (Jules). — La Pratique du Teinturier. I. Les méthodes et les excès de Teinture. Le Succès en Teinture. II. Le Matériel de Teinture..... 984
Gascard (A.). — Contribution à l'étude des gommes laques des Indes et de Madagascar..... 756
Guenez (E.). — Décoration céramique au feu de moufle..... 38
Haller (A.). — L'Industrie chimique..... 757
Held (A.). — Les Alcaloïdes de l'Opium..... 187
Helm (G.). — Grundzüge der Mathematischen Chemie. 349
Hinrichs (G.-D.). — The Elements of Atom-Mechanics. 1er volume : The true atomic Weights of the Chemical Elements and the Unity of Matter..... 756
Howe (H.-M.). — La Métallurgie de l'Acier..... 38
Istrati. — Cours élémentaire de Chimie, rédigé conformément à la nouvelle Nomenclature proposée par le Congrès de Genève..... 565
Jacquet (Louis). — Fabrication des eaux-de-vie..... 565
Landauer (J.). — Analyse au Chalumeau..... 789
Le Verrier (U.). — Cours de Métallurgie professé à l'École des mines de Saint-Etienne. Métallurgie de la Fonte..... 38
Monod (Ed.-G.). — Stéréochimie..... 467
Ostwald (W.). — Les bases scientifiques de la Chimie analytique (en allemand)..... 288
Renard (A.). — Dictionnaire d'Analyse des substances organiques industrielles et commerciales..... 532
Rey (J.). — The Increase in Weight of Tin and Lead on calcination (1630)..... 565
Serrant (E.). — Applications de la Chimie à l'Art militaire moderne..... 899
Serres (L.). — Traité de Chimie avec la Notation atomique. Métalloïdes, Métaux, Chimie organique.... 899
Sorel (E.). — La Distillation..... 825

3e Sciences naturelles

Géologie, Paléontologie, Hydrographie

Bernard (F.). — Eléments de Paléontologie, 2e partie..... 900
Girard (J.). — La Géographie littorale..... 949
Hirsch (A.). — Comptes rendus des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale réunie à Innsbruck, du 5 au 10 septembre 1894, suivis des Rapports sur les travaux géodésiques accomplis dans les différents pays pendant la dernière année..... 564
Martel (E.-A.). — Les Abimes. Les eaux souterraines, les cavernes, les sources, la spéléologie..... 566
Villars (E. de). — Statistique générale des richesses minérales et métallurgiques de la France et des principaux États de l'Europe..... 949

Botanique

Berthault (F.). — Les Prairies. Prairies naturelles ; Prairies de fauche..... 468
Broilliard (Ch.). — Le traitement des Bois en France. 133
Denaiffe (Clément et Henri). — Manuel de Culture fourragère..... 468
Gastine (G.). — Sur la résistance au Phylloxera des Vignes américaines. Moyens de la mesurer..... 188
Geddes (P.). — Chapters in modern Botany..... 433
Gérardin (L.) et Guède (H.). — Botanique. Anatomie et Physiologie végétales..... 602
Jacob de Cordemoy (E.). — Flore de l'île de la Réunion. 1103
Laplanche (M.-C. de). — Dictionnaire iconographique des Champignons supérieurs d'Europe, Algérie et Tunisie..... 757
Lavergne (G.). — Le Black-Rot et son traitement pratique..... 350
Magnin (A.). — Les lacs du Jura :
N° 1. Généralités sur la limnologie jurassienne.
N° 2. Végétations des lacs du Jura suisse..... 861
— Florule adventive des saules têtards de la région lyonnaise..... 986
Massart (J.). — La Récapitulation et l'Innovation en Embryologie végétale. Ontogénie de la plantule. Organogénie de la feuille..... 244
Michotte (F.). — Traité scientifique et industriel des plantes textiles. Supplément au tome III : L'Ortie. 1059
Pabst (C.). — Électricité agricole..... 566
Queva (Ch.). — Recherches sur l'Anatomie de l'Appareil végétatif des Taccacées et des Dioscorées.... 861

Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'Homme et des Animaux

Aubert (E.). — Histoire naturelle des Êtres vivants. I. Anatomie et Physiologie animales et végétales. II. Reproduction chez les animaux et compléments. Classifications zoologiques et botaniques..... 1060
Bateson (W.). — Materials for the study of Variation treated with especial regard to discontinuity in the origin of species..... 77

Chatin (J.). — Organes de nutrition et de reproduction chez les Vertébrés. 433
Cuénot (J.). — L'Influence du milieu sur les animaux. 188
Ellenberger (Dr W.) et Baum (H.). — Anatomie descriptive et topographique du Chien. 133
Encausse (G.). — L'Anatomie philosophique et ses divisions, précédée d'un essai de classification méthodique des Sciences anatomiques. 1103
Gehuchten (A. van). — Le système nerveux de l'Homme. 350
— De l'origine du Pathétique et de la racine supérieure du Trijumeau. 985
Joergensen (A.). — Les microorganismes de la fermentation. 566
Meunier (Victor). — Sélection et perfectionnement animal. 901
Parona (Corrado). — L'Helminthologie italienne depuis ses premiers temps jusqu'à 1890 (en italien). 188
Paulhan (Fr.). — Les Caractères. 520
Pelseneer (P.). — Introduction à l'étude des Mollusques. 434
Planchon (L.). — Produits fournis à la matière médicale par la famille des Apocynées. 288
Richet (Ch.). — Travaux de laboratoire :
I. Système nerveux. Chaleur animale.
II. Chimie physiologique. Toxicologie.
III. Chloralose. Sérothérapie. Tuberculose. Défense de l'organisme. 389
Sachs (H.). — La substance blanche des Hémisphères du cerveau humain.
I. Le lobe occipital. 39
Trouessart (E.-L.). — Les Parasites des habitations humaines et des denrées alimentaires et commerciales. 1103

4° Sciences médicales

Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie

Aubeau (Dr). — Applications de la Micrographie et de la Bactériologie à la précision du Diagnostic chirurgical. 134
Baudron (Dr E.). — De l'Hystérectomie vaginale appliquée au traitement chirurgical des lésions bilatérales des annexes de l'utérus. 79
Hartmann (H.) et Quénu (E.). — Chirurgie du Rectum. 567
Morax (V.). — Recherches bactériologiques sur l'étiologie des conjonctivites aiguës et sur l'asepsie dans la chirurgie oculaire. 603
Ollier (L.). — Régénération des os et Résections sous-périostées. 289
Péan. — Leçons de Clinique chirurgicale professées à l'Hôpital Saint-Louis pendant les années 1889 et 1890. 902
Reclus (Dr P.) — Cliniques chirurgicales de la Pitié. 134
— La Cocaïne en Chirurgie. 950

Médecine, Hygiène et Microbiologie médicale

Aubeau (Dr). — Applications de la Micrographie et de la Bactériologie à la précision du Diagnostic chirurgical. 134
Bérenger-Féraud. — Leçons cliniques sur les Tænias de l'Homme. 79
Bertrand (L.-E.) et Fontan (J.). — Traité médico-chirurgical de l'Hépatite suppurée des pays chauds. Grands abcès du foie. 391
Brocq (L.) et Jacquet (L.). — Précis élémentaire de Dermatologie. III. Dermatoses microbiennes. Néoplasies. 603
Charcot, Bouchard et Brissaud. — Traité de médecine, tome VI. 288
Déjerine (J.) et Déjerine-Klumpke (Mme). — Anatomie des Centres nerveux. I. Méthodes générales d'étude. Embryogénie. Histogenèse et Histologie. Anatomie du cerveau. 1103
Demelin (Dr). — La mort apparente du nouveau-né. 902
Dryepondt (Dr G.). — Guide pratique et médical du Voyageur au Congo. 522
Dupuy (E.). — Cours de pharmacie, t. II, Pharmacie Chimique. 1er fascicule : Médicaments chimiques appartenant à la Chimie minérale. 603
Flatau (Dr E.). — Atlas du cerveau humain et du trajet des fibres nerveuses à l'usage des médecins et étudiants en médecine. 758
Flechsig (Dr P.). — Gehirn und Seele. 790
Galippe (V.) et Barré (G.). — Le Pain. I. Physiologie, Composition, Hygiène. II. Technologie, Pains divers, Altérations. 1060
Garnier (Dr L.). — Chimie médicale. Corps minéraux. Corps organiques. 950
Grasset (H.). — Étude sur le Muguet. 41
Hartelius (T.-J.). — Traitement des maladies par la Gymnastique Suédoise. 758
Hartmann (H.) et Morax (V.). — Note sur la Péritonite aiguë généralisée aseptique. Quelques considérations sur la Bactériologie des suppurations périutérines. 392
Lamy (H.). — La Syphilis des Centres nerveux. 950
Laurent (E.). — Le Nicotinisme. Étude de Psychologie pathologique. 41
— Les Bisexués : Gynécomastes et Hermaphrodites. 1023
Letulle (Dr M.). — Pus et Suppuration. 245
Lortet et Vialleton. — Étude sur le Bilharzia hæmatobia et la Bilharziose. 758
Lyon (G.). — Traité élémentaire de Clinique thérapeutique. 1104
Marfan (Dr). — La Péritonite tuberculeuse chez les enfants. 189
Mesnet (Dr E.). — Le Somnambulisme provoqué et la Fascination. 986
Miquel (P.). — De la désinfection des poussières sèches des appartements au moyen de substances gazeuses et volatiles. 901
Moussous (A.). — Maladies congénitales du Cœur. 758
Nicolas (Dr A.). — Manuel d'Hygiène coloniale. 189
Nocard (Ed.). — Les Tuberculoses animales; leurs rapports avec la Tuberculose humaine. 434
Nocard (Ed.) et Leclainche (E.). — Les maladies microbiennes des animaux. 1061
Pasteur (L.). — Publication de ses œuvres complètes. 869
Renterghem (A.-W. van) et Eeden (F. van). — Psychothérapie. 828
Sigaud (Dr C.). — Traité des troubles fonctionnels mécaniques de l'appareil digestif. Évolution naturelle de la dyspepsie. 469
Soulier (Henri). — Traité de Thérapeutique et de Pharmacologie, suivi d'un Memento formulaire des médicaments nouveaux. 351
Viau (G.). — Formulaire pratique pour les maladies de la bouche et des dents, suivi du Manuel opératoire de l'anesthésie par la cocaïne en chirurgie dentaire. 901
Wernicke (C.). — Arbeiten aus der psychiatrischen Klinik in Breslau, Heft II. 862
Wurtz (R.). — Précis de Bactériologie clinique. 522

5° Sciences diverses.

Beauregard (H.). — Nos bêtes. Animaux utiles et nuisibles. 522, 640, 758 et 950
Binet (A.). — Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs. 289
Grande Encyclopédie (La). — Inventaire raisonné des Sciences, Lettres et Arts, 505e et 506e livraisons.
— 507e et 508e livraisons.
— 509e, 510e et 511e livraisons. 134
— 512e et 513e livraisons. 190
— 514e et 515e livraisons. 245

— 516e et 517e livraisons 290
— 518e et 519e livraisons 352
— 520e et 521e livraisons 392
— 522e et 523e livraisons 434
— 524e et 525e livraisons 469
— 526e et 527e livraisons 522
— 528e et 529e livraisons 567
— 530e et 531e livraisons 603
— 532e livraison 640
— 533e et 534e livraisons 863
— 535e livraison 950
— 536e livraison 987
Kœniglische Gesellschaft der Wissenschaften de Göttingue 135
Lombroso Cesare. — Graphologie (en italien) 902
Malvezin (P.). — Notes sur l'Ortografe simplifiée 1020
Préville (A. de). — Les Sociétés africaines. Leur origine, leur évolution, leur avenir 352
Rebière (A.). — Les Femmes dans la Science 190

THÈSES POUR LE DOCTORAT PRÉSENTÉES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS (1894-1895) ET ANALYSÉES DANS LA REVUE EN 1895

1° Sciences mathématiques.

Borel (E.). — Sur quelques points de la théorie des fonctions 637
Cahen (E.). — Sur la fonction $\zeta(s)$ de Riemann et sur des fonctions analogues 564
Cartan (E.). — Sur la structure des groupes de transformations finis et continus 431
Cousin (P.). — Sur les fonctions de n variables complexes 1058
Delemer (J.). — Sur le mouvement varié de l'eau dans les tubes capillaires cylindriques évasés à leur entrée et sur l'établissement du régime uniforme dans ces tubes 947
Lacour (E.). — Sur des fonctions d'un point analytique à multiplicateurs exponentiels ou à périodes rationnelles 387
— Sur l'équation de la chaleur $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \frac{\partial u}{\partial z}$ 387
Lelieuvre (M.). — Sur les surfaces à génératrices rationnelles 1101
Le Roux (J.). — Sur les intégrales des équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes 286
Sloudir (J.-A. de). — Sur deux formules fondamentales dans la théorie des formes quadratiques et de la multiplication complexe d'après Kronecker 286

2° Sciences physiques (Physique et Chimie).

Barral (E.). — Recherches sur quelques dérivés surchlorés du phénol et du benzène 860
Cambier (Ch.). — Étude expérimentale sur l'absorption de la lumière par les cristaux 860
Curie (P.). — Propriétés magnétiques des corps à diverses températures 637
Étaix (L.). — Contribution à l'étude de quelques acides bibasiques 1022
Fayollat (J.). — Recherches sur quelques dérivés tartriques de structure dissymétrique 756
Goguel (M.-H.). — Contribution à l'étude des arséniates et des antimoniates cristallisés préparés par voie humide 788
Gramont (Armand de). — Analyse spectrale directe des minéraux 1021
Houllevigue (L.). — De l'influence de l'aimantation sur les phénomènes thermoélectriques 899
Lavenir (P.). — Sur les variations des propriétés optiques dans les mélanges de sels isomorphes 388
Lime (C.). — Essai sur la préparation du baryum métallique 948
— Mesure directe des Forces électromotrices en unités absolues électromagnétiques 1059
Marie (T.). — Recherches sur les acides cérotique et mélissique 899
Perreau (F.). — Étude expérimentale de la Dispersion et de la Réfraction des gaz 1021

3° Sciences naturelles.

Binet (A.). — Contribution à l'étude du système nerveux sous-intestinal des Insectes 900
Bordas (H.). — Appareils glandulaires des Hyménoptères 639
Caullery (M.). — Contribution à l'étude des Ascidies composées 949
Faurot (L.). — Étude sur l'anatomie, l'histologie et le développement des Actinies 757
Gain (E.). — Recherches sur le rôle physiologique de l'Eau dans la Végétation 1022
Jacob de Cordemoy (H.). — Recherches sur les Monocotylédones à accroissement secondaire 1059
Jammes (L.). — Recherches sur l'organisation et le développement des Nématodes 602
Lothelier (A.). — Recherches anatomiques sur les épines et les aiguillons des Plantes. Influence de l'état hygrométrique et de l'éclairement sur les tiges et les feuilles des Plantes à piquants 985
Marmier (L.). — Sur la Toxine charbonneuse 1023
Mesnard (E.). — Recherches sur la formation des huiles grasses et des huiles essentielles dans les Végétaux 244
Mesnil (F.). — Sur le mode de résistance des Vertébrés inférieurs aux invasions microbiennes artificielles 640
Nabias (B. de). — Recherches histologiques et organoleptiques sur les centres nerveux des Gastéropodes 826
Peytoureau (S.-A.). — Contribution à l'étude de la morphologie de l'armure génitale des Insectes 862
Poirault (G.). — Recherches anatomiques sur les Cryptogames vasculaires 520
Radais (M.). — Contribution à l'étude de l'anatomie comparée du fruit des Conifères 789
Thiriet (A.). — Recherches géologiques sur le Lias de la bordure sud-ouest du Massif ardennais 1022

III. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris

Séances des 10 décembre 1894 42
— 17-24 — — 43
— 31 — — 80
— 7 janvier 1895 81
— 14 — — 135
— 21 — — 136
Séances des 28 janvier — 191
— 4 février — 192
— 11 — — 193
— 18-25 — — 246
— 4 mars — 291
— 11 — — 292
— 18 — — 353
— 25 — — 354

Séances des 1er avril 1895 393
— 8-16 — — 435
— 22-29 — — 470
— 6 mai — 523
— 13 — — 524
— 20-27 — — 568
— 4 juin — 604
— 10 — — 605
— 17 — — 641
— 24 — — 642
— 1er juillet — 643
— 8 — — 759
— 15 — — 760
— 22 — — 792
— 29 — — 793
— 5-12 août — 829
— 19-26 — — 864
— 2-9 septembre — 903
— 16 — — 904
— 23-30 — — 951
— 7-14 octobre — 988
— 21 — — 989
— 28 — — 1024
— 4 novembre — 1025
— 11 — — 1026
— 18 — — 1062
— 25 — — 1063
— 2 décembre — 1105

Académie de Médecine

Séances des 18-26 décembre 1894 44
— 8-15 janvier 1895 81
— 22-29 — — 137
— 5-12 février — 194
— 19-26 — — 248
— 5-12 mars — 293
— 19-26 — — 355
— 2 avril — 355
— 9-16 — — 394
— 16-23 — — 437
— 7-14 mai — 471
— 21 — — 524
— 28 — — 525
— 4 juin — 569
— 11 — — 570
— 18-25 — — 606
— 2-9 juillet — 644
— 16-23 — — 761
— 30 — — 794
— 6-13-20 août — 830
— 27 — — 865
— 3-10 septembre — 865
— 17 — — 904
— 24 — — 951
— 1er-8 octobre — 951
— 15 — — 990
— 22 — — 991
— 29 — — 1027
— 5-12 novembre — 1027
— 19-26 — — 1064
— 3-10 décembre — 1106

Société de Biologie

Séances des 15-22 décembre 1894 44
— 29 — — 82
— 12 janvier 1895 82
— 19-26 — — 137
— 2-9 février — 194
— 17-23 — — 248
— 2-9 mars — 293
— 16-23 — — 355
— 30 — — 356
— 6 avril — 394
— 27 — — 437
— 4-11 mai — 472
Séances des 18-25 mai 1895 525
— 1er-8 juin — 570
— 15-22 — — 606
— 29 — — 645
— 6 juillet — 645
— 13-20 — — 761
— 27 — — 794
— 19 octobre — 991
— 26 — — 1027
— 2 novembre — 1027
— 9 — — 1064
— 16-23 — — 1106
— 30 — — 1107

Société française de Physique

Séances des 7 décembre 1894 44
— 21 — — 82
— 5 janvier 1895 83
— 18 — — 138
— 1er février — 194
— 15 — — 293
— 1er mars — 356
— 15 — — 394
— 5 avril — 437
— 17-19 — — 525
— 3 mai — 570
— 17 — — 606
— 7 juin — 645
— 21 — — 761
— 5 juillet — 795
— 19 — — 830
— 15 novembre — 1064

Société Chimique de Paris

Séances des 5 décembre 1894 46
— 14 — — 138
— 11 janvier 1895 139
— 25 — — 294
— 6-8-22 février — 357
— 6-8 mars — 395
— 22 — — 438
— 26 avril — 472
— 1er mai — 526
— 10 — — 571
— 24 — — 646
— 5-14 juin — 646
— 28 — — 796
— 3-12 juillet — 796
Communications 865
Séances des 8 novembre 1895 1027
— 22 — — 1107

Société Mathématique de France

Séances des 19 décembre 1894 46
— 23 janvier 1895 195
— 6 février — 195
— 20 — — 249
— 6 mars — 294
— 20 — — 396
— 3 avril — 396
— 15 mai — 526

Société Philomathique de Paris

Séances des 9-22 décembre 1894 46
— 12 janvier 1895 84
— 26 — — 249
— 9-23 février — 249
— 11 mai — 526
— 22 juin — 646
— 13 juillet — 762
— 9-23 novembre — 1066

Société Royale de Londres

Communications 46
— 84

Communications 195
— 249
— 295
— 396
— 473
— 526
— 571
— 647
— 763
— 866
..... 904
— 952
— 991

Société de Physique de Londres

Communications 47
— 85
Séances des 11 janvier 1895 196
— 25 — — 251
— 8 février — 251
— 8-22 mars — 399
Communications 866
— 1066
Séances des 25 octobre 1895 1066
— 8 novembre — 1107

Société de Chimie de Londres

Communications 17
— 139
— 196
— 252
Séances des 21 février 1895 295
— 7 mars — 358
— 21 — — 439
— 21 — (suite) — 473
— 27 — — 527
— 23 avril — 527
— 2 mai — 572
Communications 607
— 647
Séance du 6 juin 1895 764
Communications 831
— 867
— 1066
Séance du 7 novembre 1895 1108

Société Royale d'Edimbourg

Séances des 27 novembre 1894 86
— 3 décembre — 86
17 — — 140
— 7 janvier 1895 140
Communications 474
Séance du 17 avril 1895 528

Académie des Sciences de Vienne

Séances des 29 novembre 1894 48
— 8 décembre — 48
Communications 140
Séances des 18 janvier 1895 197
— 24 — — 252
— 7 février — 252
— 14-20 — — 295
— 7 mars — 358
— 14-21 — — 439
— 10-17 octobre — 1028
Communications 1108
Séances des 24 octobre 1895 1108
— 7-14 novembre — 1108

Académie des Sciences d'Amsterdam

Séances des 29 décembre 1894 86
— 26 janvier 1895 197
— 23 février — 295
— 30 mars — 400
— 18 avril — 474
— 25 mai — 648
Communications 867
— 907
Séances des 28 septembre 1895 992
— 26 octobre — 1067

IV. — CHRONIQUES

LAURENT (Achille). — L'empoisonnement des rivières en Australie 439
OLIVIER (L.). — L'Argon et le système des éléments 199
— L'unification des méthodes d'analyse dans les transactions de la sucrerie 908

V. — CONGRÈS

Les travaux de l'Association française pour l'Avancement des Sciences au Congrès de Caen 159
Congrès géologique international (session de Washington) 244
Congrès des Sociétés d'instruction populaire 797
Le Congrès des *Naval Architects* à Paris en juin 1895. 816

VI. — CORRESPONDANCE

Sur l'action physiologique des courants de grande fréquence (lettre de M. S. Leduc) 87
Sur l'Enseignement chimique en France (lettre de M. Ch. Friedel) 358
Sur un parallèle établi entre les machines Allis et Schmidt (lettre de M. Dwelshauvers-Dery) 832
Sur les expériences de Hannay et Hogarth citées dans la *Revue* du 30 août 1895 (lettre de M. P. Marguerite-Delacharlonny) 1068

VII. — NOTICES NÉCROLOGIQUES

Douvillé. — Bayle..... 400
Flahault (Ch.). — Pierre Duchartre..... 87
Pittard (Eugène). — Carl Vogt..... 475
Rochard (Dr J.). — A. Verneuil..... 608
Zeiller (R.). — Le marquis de Saporta..... 359

VIII. — DIVERS

Souscription internationale pour ériger à Paris un monument à L. Pasteur..... 1029
Hommage à la mémoire de Lobatschevsky..... 1029
Le monde mécanique et le monde énergétique..... 1030

TABLE ALPHABETIQUE DES AUTEURS [1]

A

A. L., 1104.
Abadie (Ch.), 761.
Abadie (Dr), 991.
Abbadie (d'), 247, 291, 951.
Abelous, 44, 472, 606.
Abney (capitaine), 251.
Abraham, 393, 437.
Adam (A.), 565.
Adam (P.), 989, 1105.
Adamkiewicz, 761.
Agassiz, 435.
Aignan, 393.
Alberda van Ekenstein (voir Ekenstein).
Albert Ier de Monaco, 81.
Alheilig (M.), 898.
Alvernhe (Dr), 392, 522.
Amagat (E.-H.), 291, 356, 1058.
Amaral (A.-P. do), 641.
Ambassade impériale de Russie, 81.
Anderson, 251.
Andouard, 42, 193, 194.
Andrade, 43, 353, 605, 989.
André (D.), 193, 249, 393, 396, 526.
Andreasch (R.), 197.
Andrée (J.-A.), 604.
Andrée (S.-M.), 470.
Andrews (E.-R.), 547.
Andrieu (P.), 39.
Angot (A.), 1024.
Apostoli, 354, 355.
Appell (P.), 246, 387, 519.
Appert (L.), 389.
Appleyard, 867, 1066.
Archdeacon, 867.
Arctowski, 759.
Argyll (duc d'), 474.
Arloing, 570.
Armstrong (Dr), 527.
Armstrong (H.-E.), 572.
Arnaudeau, 192, 523.
Arnold (J.-O.), 826.
Arnoux, 83, 645.
Arsonval (d'), 42, 355, 570, 645, 760.
Artaud, 293, 394.
Arth, 139.
Arthaud, 1107.
Arthus, 1027.
Aston (E.), 648.
Astre (Ch.), 355, 470, 830, 989, 990.
Athanasiu, 645, 1064.
Attems (Carl), 140.
Aubeau (Dr), 134.
Aubert (E.), 1060.
Auché, 82.
Audain (Dr), 991.
Auger, 472.
Auric, 1105.
Ausché, 44.
Auscher, 525.
Autenrieth, 168.

Autonne (L.), 37, 131, 186, 242, 287, 131, 637, 947, 1026, 1058, 1101.
Ayrton, 85, 251.
Azam, 761.
Azoulay, 44, 194.

B

Babes (V.), 81, 137, 248, 794, 830.
Babinski, 1064.
Bach, 44.
Bachmann (P.), 242.
Bachmetjew, 295.
Backer (Dr), 82.
Backlund, 641.
Baclé (L.), 1062.
Baczewski, 1028.
Baeyer (A. de), 989.
Bailhache, 1026.
Baillaud, 354.
Baillon, 133, 194.
Baker (J.-L.), 252, 831.
Bakhuis Roozeboom, 87, 400.
Bakhuysen (voir van de Sande Bakhuysen).
Balitrand, 195.
Bailand, 291, 354, 436, 643, 865, 990, 1063.
Baly, 399.
Bandsept, 1064.
Bar, 44, 525, 645.
Barbey, 568.
Barbier, 760.
Barbier (L.), 605.
Barbier (Ph.), 642.
Bardes, 247.
Bardey (Dr E.), 825.
Barnett (R.-E.), 572.
Barral (E.), 860.
Barré (G.), 1060.
Barré (L.), 190.
Barillé, 81.
Barthe, 139.
Basin (A.), 435.
Basso, 829.
Bateson (W.), 77.
Battandier, 192, 605.
Baubigny, 396.
Baudron (Dr E.), 79.
Baum (Dr H.), 133.
Baux, 353.
Bayle, 400.
Beadle, 295.
Beattie, 140.
Beaudet (L.), 826.
Beauregard (H.), 522, 640, 758, **847** à **855**, 950, 1061, 1107.
Béchamp, 139, 1107.
Becke, 295.
Becker, 992.
Bedell (F.), 788.
Bedford, 1067.
Bedson (Philipps), 867.
Béhal, 471, 472, 569, 646, 793, 794, 796, 865, 951.
Behrens (Th.-H.), 868.
Beilth (Donald), 140.
Bellairs, 648.

Belliard, 568.
Bemmelen (J.-M. van), 907, 1058, 1101.
Bemmelen (W. van), 992.
Benech, 1106.
Benischke, 48.
Bentley, 85, 358, 1101.
Berdal, 355.
Bérenger-Féraud, 79.
Berg, 793.
Berger (P.), 137, 355, 1027.
Bergeron, 761, 1106.
Bergonié, 248.
Bergson, 290.
Berlemont, 646.
Berlioz, 354, 355.
Bernard (Félix), 900, 990.
Bernardières (de), 1026.
Berrubé, 136.
Berry (R.), 140.
Berthault, 355, 468.
Berthelot (D.), 77, 436, 606, 607.
Berthelot (M.), 43, 136, 193, 246, 292, 353, 354, 436, 524, 568, 641, 642, 989, 1028.
Berthier (A.), 565.
Berthold Jeiteles, 140.
Berthon, 788.
Bertillon (J.), 355, 1106.
Bertrand (Dr), 394.
Bertrand (E.-C.), 1063.
Bertrand (G.), 42, 136, 139, 192, 357, 606, 760, 761, 794, 796, 1062, 1063.
Bertrand (J.), 43, 136, 246, 292, 604.
Bertrand (L.), 760.
Bertrand (L.-E.), 391.
Bertrand de Fontviolant, 1025.
Besançon, 42, 82, 951.
Besson (A.), 191, 760.
Beudon, 193, 470, 1105.
Bevan (E.-J.), 295, 601.
Bevan (L.), 48.
Beyerinck, 908.
Biarnès, 44.
Biérens de Hahn (D.), 904, 992.
Bietrix, 46, 249.
Bigot (A.), **169** et **170**, 244.
Bigourdan (G.), 523, 755, 1020.
Billy (E. de), 38, 564.
Binet (A.), 289, 793, 900.
Bioche (Ch.), 46, 84, 195, 249, 294, 526, 646, 762, 1066.
Birkeland, 524.
Blache (R.), 830, 1027.
Blackman, 250.
Blaise, 646, 794, 796, 865.
Blanc, 81.
Blanchard (Em.), 471, 523, 951, 988.
Blanchard (R.), 79, 189, 471.
Blaschke (E.), 1028.
Bleicher, 355, 568.
Bloch (M.), 1027.
Blondel (A.), 193, 292.
Böcher (M.), 348.
Boekel, 194.
Boinet, 606, 645.
Boissieu (de), 472.
Boistel (E.), 600.
Boix, 570.

[1] Les noms imprimés en **caractères gras** sont ceux des auteurs des articles originaux. Les **chiffres gras** reportent à ces articles.

Bolam (H.-W.), 1067.
Boltzmann, 140, 197.
Bone (A.), 474.
Bone (W.-A.), 47, 85.
Bonnal, 194, 604.
Bonnet, 1027.
Bonnier (G.), 192.
Bonnier (P.), 82, 248, 472, 1027, 1107.
Boot (J.), 199.
Bordage, 433.
Bordas, 46, 355, 606, 1026.
Bordas (H.), 639.
Bordier, 471, 644.
Borel (A.), 642.
Borel (E.), 131, 193, 354, 637, 1105.
Borrelly, 864.
Bosek (Otto), 439.
Bosscha (J.), 760.
Bouchard, 288, 903, 1105.
Bouchardat, 642.
Boucherot, 523.
Boudouard, 794.
Bouffard, 864.
Bougaïeff, 80, 247.
Bouilhac, 1026.
Boule, 794, 1106.
Bourgès, 44.
Bourgoin (A.-E.), 38.
Bourlet (C.), 466.
Bourquelot, 761, 1026, 1063.
Boussinesq, 605, 641, 642, 643, 759.
Boutan, 191, 761.
Boutroux, 471.
Bouty (E.), 605, 762, 796, 1064.
Bouveault (L.), 605, 642, 760.
Bouvier, 291, 641, 762, 827.
Bowden, 1066.
Branly, 436, 470.
Braquehaye, 830.
Brauner, 439.
Brenkeleveen (van), 198.
Brenning (Dr), 471.
Bricard, 135.
Brillouin (M.), **766** à **772**, 948, **1032** à **1034**, 1101.
Brioschi, 1024.
Brissaud, 288.
Brizard, 1107.
Broca (A.), 195, 356, 794, 831.
Brocard, 192.
Brochet, 80, 136, 139, 247, 292, 357, 646, 760, 1025, 1107.
Brocinor, 1063.
Brocq (L.), 603.
Broilliard (Ch.), 133.
Brongniart, 46, 641.
Brouardel, 1025.
Brown (H.-T.), 295, 831.
Bruce, 867.
Brun (Ch.), 951.
Brun (H. de), 137.
Brunel (G.), 77.
Brunel (H.), 44.
Brunelle, 44.
Bruner (L.), 471, 644.
Brunhes (Bernard), 77, 353, 524, **609** à **613**, 762, 948.
Brunner (Karl), 48, 252, 1028.
Bryan, 140, 197, 866.
Buchanan, 196.
Budlay (K.), 439.
Bukowski (Gejza v.), 48, 358.
Burcker, 604, 646, 865.
Bureau (Ed.), 135, 192, 193.
Burke, 46.
Burker, 1024.
Burrow (W.), 358.

C

C. F., 1022.
Cadet de Gassicourt, 44, 606, 1106.
Cadiot, 44, 794.
Cahen (E.), 564.
Cailletet, 294.
Callandreau (O.), 353.
Calmette, 643.
Cambier, 136, 139, 247, 292, 357, 646.
Camichel, 293, 860.
Campredon, 524, 1105.
Camus, 355, 394, 523.
Candlot (E.), **290** à **335**.
Cannieu, 470.
Cantor (Moritz), 76.
Capon, 43.
Cappelle (H. van), 87.
Capstick, 249.
Carey Foster, 1107.
Cari-Mantrand, 521.
Carles, 81.
Carnot (A.), 43, 292, 353, 354, 641, 760.
Carpentier (J.), 135, 291.
Carr (F.-H.), 252, 867, 1108.
Cartan (E.), 292, 431.
Carvallo (E.), 42, 135, 247, 294, 295, 898.
Casalonga (D.-A.), 793, 989.
Case, 251.
Caspari (E.), 387, **401** à **407**.
Castelnuovo, 793.
Caullery (M.), 949, 1063, 1106.
Cauro, 193.
Causse, 438.
Caustier (E.), 293, **650** à **692**.
Cavalier (J.), 644, 796.
Caventou, 44.
Cayeux, 193, 246, 524.
Cayley (A.), 192.
Cazeneuve (P.), 355, 605.
Cazes, 571.
Chabrié, 294, 396, 604.
Chalon (P.-F.), 564.
Chapel, 42, 354.
Chapman (A.-C.), 196, 867.
Chappuis (J.), 471.
Charcot, 288.
Charcot (J.-B.), 248.
Charlton Bastian (H.), 905.
Charon (E.), 46, 139, 357, 396, 438, 472, 526, 571, 646, 796, 866, 1028, 1107.
Charpentier (P.), 247, 394.
Charpy (G.), 38, 136, **297** et **298**, 437, **582** à **585**, 756, 789, 826, 899, 946, 988, 1019.
Charrin (A.), **24** à **32**, 42, 82, 293, 355, 356, 525, 604, 606, 645, 761, 794, 1026, 1027, 1064.
Chassevant, 293, 1027.
Chatin (A.), 292, 524, 568, 644, 865, 1062.
Chatin (J.), 191, 433, 470, 525, 606, 761.
Chattavay, 764, 1108.
Chaussey, 293.
Chauveau, 293, 436, 571, 644, 760, 991.
Chauveaud, 137.
Chauvin, 645.
Chavanne, 247.
Chéron, 829.
Chikashigé, 1067.
Chipault, 830.
Chorley (J.-C.), 358.
Chrétien, 988.
Chrystal, 474.
Claisse, 1027.
Clève, 436, 604.
Clowes (Frank), 473.
Clozier, 82, 394.
Coculesco, 81.
Coggia, 829.
Cohen (J.-B.), 867.
Cohn, 252, 295, 759, 992.
Coin (J.-C.), 47.
Cole, 474.
Colin (G.), 82, 355, 865.
Colin (L.), 44.
Colin (le P.), 989.
Collie (Norman), 252, 473, 867.
Collin, 394.
Colombo, 137.
Colson (A.), 43, 135, 357, 523, 642, 1106.
Colson (R.), 80, 187.
Combalot, 194.
Combes (A.), 44, 138, 646.
Commenge (Dr), 525.
Comte, 82.
Coniel (J.), 135.
Contejean (Ch.), 44, 194, 525, 645, 761, 1061, 1106.
Convert (F.), **56** à **62**.
Coote (A.-H.), 252.
Cope (F.), 1067.
Cordier (P.-L.-A.), 43.
Coret (A.), 989, 990, 1025.
Corlieu (Dr), 904.
Corneau, 1026.
Cornevin, 524.
Corniel, 43.
Cornil, 293, 471, 525.
Cornu (A.), 81, 524, 607, 762, 829, 951, **1030** et **1031**.
Cornu (M.), 191, 192.
Cosserat (E.), 605, 643.
Cotton (A.), 523, 524, 761.
Courmont, 194, 472, 794.
Courtade, 794.
Courtier, 793.
Cousin (P.), 1058.
Craig (Th.), 354.
Crehore (A.-C.), 788.
Crochetelle, 355.
Croft, 251.
Croneau (A.), 187, **451** à **463**, 947, 1101.
Crookes (W.), **99** à **101**, 527.
Cross (C.-F.), 295, 601.
Crossley (A.-V.), 48.
Crotte, 641.
Crouzel, 605.
Cruls, 435, 990.
Crum Brown, 474.
Cuénot (L.), 78, 188, 433, 757, 950, 1103.
Curie (P.), 138, 637.
Curtis, 1064.
Czapek, 439, 1028.
Czermak (P.), 140.

D

Daille, 137, 470.
Damato, 80.
Damour, 246.
Damour (Emilio), 389.
Dangeard, 136.
Darboux (G.), 76, 292, 793.
Daremberg, 644, 794, 990.
Dareste, 991.
Darier (Dr), 569, 644.
Darzens (R.), 760.
Dastre, 82, 248, 293, 354, 356, 437, 472, 642, 991.
Daubrée, 81, 136, 523, 604, 1063.
Dautscher (Victor v.), 439.
Davidson (B.), 48.

Debains (A.), 599.
Debaussaux, 293.
Debierre, 761.
Debove, 394, 830.
Debray, 471.
Deer (N.-F.), 764.
Defforges (G.), 471.
Degrully, 604.
Dehérain (H.), **620** à **632**, 949.
Dehérain (P.-P.), 35, 191, 393, 644, 792, **1008** à **1016**, 1063.
Déjerine (Mr), 293, 355, 356, 394, 570, 606, 645, 794, 1103, 1107.
Déjerine (Mme), 356, 394, 1103.
Delacre, 137, 866.
Delage (Y.), **441** à **446**.
Delahaye (V.), 435.
Delassus (E.), 643.
Delaunay (N.), 525.
Delauney, 1026.
Delaurier, 354, 864.
Delbet, 642.
Delden (A. van), 475.
Delebecque, 81, 435, 643, 861.
Delemer (J.), 947.
Delépine, 43, 136, 139, 191, 291, 393, 395.
Delezenne, 525.
Delhôtel, 357.
Deligny, 903.
Delley (R.-M.), 252.
Delmas, 1026.
Delorme (Dr), 525.
Delvalez, 988.
Demarçay (E.), 519.
Demeczky, 81.
Demelin (Dr), 902.
Demenge (E.), **870** à **886**, **917** à **936**.
Denaiffe (Clément), 468.
Denaiffe (Henri), 468.
Denfer (J.), 242.
Denigès (G.), 81, 354, 435.
Deniker (J.), 133.
Denza, 43.
Depéret (Ch.), 136, 904.
Desaint, 195, 292.
Descroix (L.), 829.
Deslandres (H.), 80, 247, 393, 568, 569, 605, 641, 903, 1025.
Desoubry, 472.
Despagnet, 570.
Devaux (R.-L.), 988.
Devereux Marshall (Ch.) (voir Marschall).
Devivaise, 865.
Dewar, **107** et **108**, 760.
Diard, 760.
Diener (Carl), 439.
Diesen (van), 198, 992.
Dieulafoy, 437, 471, 525, 570, 644.
Diners (E.), 252.
Ditte (A.), 135, 191, 193.
Divers, 528, 1108.
Dixon (A.-E.), 647, 648, 1108.
Dixon (H.-H.), 84.
Dobbie (J.-J.), 85.
Dojes (P.-H.), 198, 295.
Donciu (L.), 197.
Doran (R.-E.), 647.
Douvillé, 400.
Douxami, 525, 642
Doyen (Dr), 44.
Doyon, 194, 472, 794.
Drach (J.), 131, 135.
Dragendorf, 794.
Drillon, 193.
Drouin (R.), 139.
Druce Lander, 867.
Dryepondt (Dr G.), 522.
Dubois, 355.
Dubois (A.), 759.
Du Bois (H.), 349.
Dubois (Raph.), 248, 293, 352.
Duchartre (P.), 87.
Ducla, 192, 246, 291, 792, 829.
Dudebout, 1101.
Duez, 760.
Dufau (E.), 989, 1026.
Dufet, 246.
Dufour (Ch.), 792.
Dugast, **141** à **158**.
Dujardin-Beaumetz, 248.
Dumoulin (E.), 39.
Duparc, 435.
Dupasquier, 395, 646, 794.
Duplay (S.), 606, 1064.
Duponchel, 137, 191.
Dupont, 646, 796.
Dupuis (Ch.), 990.
Dupuy (Edm.), 603.
Durand (de Gros), 291.
Durand-Fardel (Dr Ray.), 469.
Durante, 44, 293, 471, 525.
Duret (Dr), 355.
Dussau, 43.
Dutil, 1024.
Duval (Mathias), 82, 194, 248, 993.
Dwelshauvers-Dery (F.-V.), 243.
Dwelshauvers-Dery (V.), **773** et **774**, 832.
Dyck (Walther), 80, 81.
Dyer (Bernard), 607.

E

Earl (A.), 287.
Easton, 86.
Eberhard (Dr), 431.
Ebner (von), 197, 1028, 1108.
Eder, 1108.
Edna Walther, 867.
Edser, 399.
Edwin M. Eagles, 140.
Eeden (F. van), 828.
Effront, 605.
Eginitis, 990, 1025.
Einthoven, 867.
Ekenstein (Alberda von), 992.
Elevy (Dr), 471.
Ellenberger (Dr W.), 133.
Elliot, 81.
Elster, 197.
Empis, 44, 1106.
Encausse, 1103.
Enestrom, 523.
Engel, 46, 396, 438, 646.
Engel (Fr.), 859.
Engel (R.), 989.
Engelmann, 643, 868, 1028.
Enriques (F.), 793.
Esmarch, 525.
Esmiol, 1063.
Espine (d'), 524.
Estaunié, 1102.
Étaix (L.), 1022.
Étard (A.), 193, 524, **780** à **785**, 1021.
Étienne, 357.
Eumorfopoulos, 196.
Everett, 1107.
Ewart, 474.
Ewing, 140.

F

Fabre (Aug.), 988.
Fabre-Domergue, 525.
Fabry (Ch.), 193.
Fairbain, 474.
Farge, 194.
Faure (Camille), 931, 988.
Faurie, 642, 864.
Faurot (L.), 757.
Fauvel (Dr), 137.
Fauvel (P.), 904.
Favard, 523.
Faye (H.), 193, 435, 989.
Faymoreau d'Arquistade (A. de), **708** à **714**.
Fayollat (J.), 756.
Fayolle, 865.
Fehr (H.), 37, 76, 599, 788, 825, 839.
Felder (Cajetan v.), 48.
Fenton (H.), 867.
Fenton (H.-J.-H.), 196, 831.
Féré, 44, 82, 248, 355, 472, 525, 761, 991, 1027, 1064.
Férée (J.), 1105.
Ferrand, 139, 644, 830, 904.
Féry (Ch.), 393.
Fick, 758.
Fiesse (Ch.), 864.
Finger (J.), 48.
Fischer (Ern.), 53.
Fitzgerard (C.), 193.
Fizeau, 81, 246, 989.
Flahault (Ch.), 44, 88, 244, 288, 861, 985, 1059.
Flammarion (C.), 247, 1063.
Flatau (Dr Edward), 758.
Flechsig (Dr P.), 790.
Fleischmann (L.), 439.
Fleissner, 197.
Fleurent, 793.
Fleury, 396.
Flinders Petrie, 528.
Floquet (Ch.), 431.
Floquet (G.), 1026, 1105.
Flower (Sir Will.), 760.
Folet, 293.
Fontan (Dr), 830, 1027.
Fontan (J.), 391.
Forcrand (de), 80, 355, 393, 604, 644.
Forel, 829.
Forster (O.), 252, 527.
Fortner, 252.
Foucart (G.), **718** à **744**.
Fouché (E.), 353.
Fouché (M.), 1063.
Fouqué, 643.
Fouret, 46, 195, 1066.
Fournier, 1106.
Fournier (Dr), 570.
Fournier (A.), 471.
Fourtier (H.), 243.
Fousscreau, 135, 138, 356, 570.
Fouzes-Diacon, 866.
Foveau de Courmelles, 80, 248.
Franchet, 249, 646, 1066.
Franchimont, 198.
François (Maurice), 793, 1063.
François-Franck (C.-A.), 644.
Frankland, 568.
Frankland (E.), 764.
Frankland (Percy), 474.
Fraser (Th.-R.), 763.
Frédérick, 1108.
Frémont, 42.
Frémont (Ch.), 642, 830, 1062.

Frenkna, 197.
Freundler, 1027.
Freundler (Ch.), **167** à **169**.
Freycinet (de), 1025.
Friedel, 294, 568.
Friedel (Ch.), 339, 565, 642.
Fritsch (Anton), 140.
Fuchs (de Vienne), 197, 642.
Fuchs (Gotthold), 984.
Fuchs (Th.), 140.

G.

G. C., 468, 949.
Gain (E.), 1022.
Gaillot, 81.
Galezowski (Dr), 194, 1027.
Galien Mingaud, 523.
Galippe (V.), 194, 1060.
Galt (Alex.), 396.
Gannon, 84.
Ganter (H.), 37.
Garçon (J.), 984.
Gariel (C.-M.), 294, **550** à **560**, **833** à **839**.
Garnault, 248, 437, 525, 1027, 1063.
Garnett (H.), 139.
Garnier (Christian), 291.
Garnier (J.), 191.
Garnier (Dr L.), 930.
Garrigou-Lagrange, 193, 1106.
Gascard (A.), 756.
Gastine (G.), 188.
Gaubè, 570, 645.
Gaudier, 44, 194.
Gautier (Armand), 246, 1024.
Gay (A.), 36, 75, 130, 185, 241, 285, 346, 386, 388, 430, 465, 517, 563, **573** à **582**, 598, 636, 787, 824, 858, 897, 1056, 1104.
Gayon, 1027.
Geddes (P.), 433.
Gehuchten (A. van), 350, 985.
Geikie, 1108.
Geitler, 295, 1108.
Geldard, 528.
Genty (Paul), 46.
Georgievics (G. v.), 48, 439.
Gérard (E.), 292, 1062, 1102.
Gérardin (L.), 602.
Germe, 568.
Gestel, 197.
Giard (A.), 471, 1064.
Gibier, 642.
Gilbert, 44, 570, 794.
Gilchrist, 474.
Gilson, 523.
Gin, 471.
Gintl (Heinrich), 140.
Girard (de Toulouse), 248.
Girard (Aimé), 246, 523, 569, 792.
Girard (Ch.), 355.
Girard (J.), 949.
Gladstone (J.-H.), 764.
Glendinning (A.), 1067.
Gley, 44, 82, 137, 355, 394, 523, 645, 761, 865, 1026, 1064, 1106.
Glücksmann (Carl), 1028.
Godeffroy, 1108.
Goguel (M.-H.), 788.
Goguet, 569.
Goldschmiedt (Guido), 1028.
Gonessiat, 353.
Goodwin (W.), 85.
Gossart (E.), **160** à **164**.
Goudet, 1106.
Gouré de Villemontée, 43.
Gourfein, 829.
Goursat (E.), 195, 246, 249, 292, 393, 396, 526, 1026.
Gouy (G.), **1** à **7**, 471, 524, 644, 792, 1063.
Gowland Hopkins, 47.
Gramont (A. de), 435, 759, 1021.
Grande Encyclopédie, 41, 79, 134, 190, 245, 290, 352, 392, 434, 469, 522, 567, 603, 640, 863, 950, 987.
Grandidier (A.), **49** à **53**, 351.
Grandjean, 796.
Grandval, 568.
Granger, 471, 866.
Grasset (E.), 80.
Grasset (H.), 41.
Grassmann (Hermann), 859.
Greenhill (A.-G.), 518, 568, 1101.
Greeves (A.), 867.
Gregg Wilson, 86.
Gregor (Georg), 1028.
Gréhant (N.), 436, 569, 644, 794, 990.
Griess (J.), 518.
Griffiths, 524, 568, 1107.
Griffiths (A.-B.), 951.
Griffiths (E.-N.), 295.
Grimaux, 758, 796, 1063.
Grimbert, 991, 1027.
Grobben, 1028.
Gross (Dr), 248.
Gruvel, 44, 137, 793.
Gubler, 1106.
Guccia, 435, 470.
Guebhard, 292, 524, 568.
Guède (H.), 602.
Guénard, 525.
Guenez (E.), 38.
Guéniot, 137.
Guépin, 137.
Guerbet, 796.
Guérin, 248, 829, 1107.
Guermonprez, 830.
Guerronnan (A.), 860.
Guignard (L.), 44, 136, 192, 193, 246.
Guilbaud, 355.
Guillaume, 83, 138, 294, 795.
Guillaume (Ch.-Ed.), 243, 287, 349, **374** à **380**, 467, 525, 600, **886** à **894**, 984, 1102.
Guillaume (J.), 43, 192, 605, 1062.
Guillot, 792.
Guinard, 292, 394, 472, 761, 793.
Guinchant (J.), 604, 644, 864.
Guldberg, 643.
Gulland, 474.
Guntz, 139, 435.
Guppy, 140.
Guye (Ch.-Eug.), 388.
Guye (Ph.-A.), 137, 247, 288, 292, 349, 354, 470, 605, 641, 984, 1021, 1106.
Guyon, 794.
Guyot (A.), 193, 759.
Guyou, 192, 291.

H

H. D., 352.
Haberlandt, 197.
Hada (S.), 252.
Hadamard (J.), 42, 76, 564.
Haddon, 605.
Haga (T.), 528, 1108.
Haiser, 252.
Haller (A.), 187, 193, **201** à **204**, 247, 565, 568, 604, 641, 644, 757, 759, 792.
Hallion, 82.
Hallopeau, 394, 437, 641, 644.
Halphen, 646.
Halt, 1027.
Hambly, 831.
Hamburger (H.-J.), 199, 296, 868, 907.
Hanot, 138, 606, 761.
Hanriot, 137, 357, 990.
Harcourt (A. Vernon), 527.
Hardy, 193.
Harlé, 136.
Harris Morris (G.), 295, 439, 831.
Hartelius (T.-J.), 758.
Hartmann (H.), 79, 392, 524, 567, **937** à **944**.
Haton de la Goupillière, 989.
Hatt (Ph.), 1020.
Haudié (Edgard), 46, 83, 138, 195, 294, 356, 395, 438, 526, 571, 607, 645, 762 796, 831.
Hauer (V.), 358.
Haug (Emile), 80, 641, 900, 1022, **1086** à **1098**.
Haushalter, 1107.
Hautefeuille, 135, 191.
Hay (G.), 86.
Haya, 252.
Haycraft (H.-C.), 85.
Hayem, 248.
Heberdey (Ph.), 197.
Hébert (A.), 191, 246, 395, 469, 565, 866, 950, 1102.
Heen (P. de), 243.
Held (A.), 187.
Hellriegel, 989.
Helm (G.), 349.
Helmholtz (de), 81.
Henderson (G.-G.), 140, 1108.
Henderson (James), 474.
Henneguy (F.), 901, 1066.
Henriquez, 82.
Henrivaux (J.), 389.
Henrot, 951, 990.
Henry, 43.
Henry (A.), 243.
Henry (Ch.), 136, 192, 643, 1062, 1107.
Henry (L.), 136, 193, 436, 605, 792 1024.
Hepperger (von), 439.
Héricourt, 82, 137, 394, 471, 990.
Heringa, 992.
Herissey, 1026.
Hermary, 472.
Hermite, 42, 136, 192, 951.
Herrgott, 136, 191.
Herroun, 866.
Herselin, 865.
Hervieux, 44, 525, 644, 991.
Herzen (A.), **494** à **506**.
Herzfelder, 764.
Herzig, 48, 1108.
Hesselgren (F.), 643.
Heycock (C.-T.), 139, 1067.
Hibbert (Walther), 764.
Hilber, 48.
Hill (L.), 195.
Hilt, 44.
Hinrichs (G.-D.), 756.
Hirsch (A.), 564.
Hirsch (R.), 1028.
Hirst (H.-R.), 867.
Hlawapch (Carl), 295.
Hodgkinson, 252, 648.
Hoek (P.-P.-C.), 992.
Holetschek, 1108.
Holland Crompton, 140, 295.
Holzmüller (Dr G.), 388, 947.
Hoppe-Seyler, 794, 830.

Houette, 435.
Houllevigne (L.), 899.
Howe (H.-M.), 38.
Howorth, 358.
Hua, 1066.
Hubert, 1027.
Hubert (A.), 864.
Hubert (d'), 760.
Hübner (E.), 48.
Hubrecht, 296.
Hudelot, 137.
Huggh Ramage, 295.
Huguet (Dr), 865.
Hugo (L.), 43, 136, 291.
Hugot (C.), 792.
Hugounenq, 248.
Humbert (E.), 348.
Humbert (Georges), 195, 246, 247, 396, 470.
Hummel (J.-J.), 439.
Hunt, 1066.
Hurmuzescu, 42, 194, 1105.
Huxley, 643
Huygens (Christian), 904.

I

Imbert (Dr), 81.
Imhof, 1025.
Ince (Walter-H.), 139.
Ingle (Harry), 648, 1108.
Inspecteur de la navigation, 191.
Iscovesco, 1107.
Istrati, 565.

J

Jack (William-R.), 904.
Jacob de Cordemoy (H.), 1059, 1103.
Jacolin, 990.
Jacquet (Louis), 565.
Jacquet (Lucien), 603.
Jacquiot-Constant, 193.
Jacquot, 472.
Jadin, 757.
Jammes, 602, 794.
Jandrier, 989.
Janet (Ch.), 80, 246, 471, 1024.
Janet (P.), 83, 133, 195, 294.
Jannettaz (Paul), 38, 789, 825.
Janssen (J.), 135, 292, 436, 605, 641, 793, 903, 988.
Japp (Fr.-J.), 48, 196, 867.
Jarry, 642, 795.
Jaubert (G.-F.), 1107.
Jaumann, 197.
Javal, 865.
Jay, 395, 646, 794.
Jayle (F.), **174** à **177**.
Jean (Ferdinand), **412** à **425**.
Jean (Jules), **412** à **425**.
Joergensen (Alfred), 566.
Joffre, 395, 526.
Joly (A.), 641.
Joly (J.), 84
Jolyet, 525.
Jonchère, 82.
Jonnesco (Dr), 1027.
Jonquières (de), 247, 292, 568.
Jordan (Ch.), 292, 354, 605.
Josué, 82, 472, 794.
Joubin (L.), 602.
Joué, 605.
Joung (G.), 1168.
Jourdain (P.), 954.
Jourdan (Ét.), **407** à **412**.
Jousseaume, 46.
Jowett, 252.
Julius (W.-H.), 648.
Julliard, 355, 356.
Jungfleisch (E.), 80, 193.

K

Kaiser (Wilhelm), 197.
Kalindero, 794.
Kalt (Dr), 248.
Kamerlingh Onnes (H.-A.), 86.
Kantor (S.), 989.
Kapteyn (J.-C.), 648.
Kapteyn (W.), 86.
Kaufmann, 82, 136, 138, 191, 292, 293, 394, 437, 991.
Kellas (A.-M.), 571.
Kelsch, 248.
Kelvin (Lord), 396, 1024.
Kern (E.), 830.
Kilian, 80, 246, 641, 643.
Kirmisson, 569, 794, 1027.
Klemencic, 295.
Klobb, 951.
Kluyver, 992, 1168.
Knoll, 295.
Knott, 474.
Koch (G.), 135.
Koch (H. von), 136, 989.
Kœhler (Dr R.), 188, **271** à **282**, 639, 862, 988.
Kœnigs (G.), 286, 470, 523, 526.
Kœppen (Lothar de), 470.
Kohn (L.), 794.
Koninck (voir Oeschner de Koninck).
Konovaloff, 1025.
Korda (Désiré), 353.
Kostanecki, 1108.
Koster Gzu (W.), 1068.
Koubanoff, 248.
Kowalewsky, 641, 760.
Kowalski (J. de), 135, 138.
Kraft (F.), 186.
Kratshemer, 197.
Kuenen, 868.
Kunckel d'Herculais, 355, 523.
Kunstler, 793.

L

L. B., 348, 1058.
L. O. (voir L. Olivier).
La Baume-Pluvinel (A. de), 600.
Labbé, 43.
Labbé (A.), 246.
Laborde (J.-V.), 137, 194, 248, 355, 760, 830, 1027, 1062.
Laborde (de Bordeaux), 606.
Lacaze (Dr), **745** à **753**.
Lacaze-Duthiers (de), 760.
Lacour (E.), 387.
Lacroix (A.), 194, 246, 394, 1062.
Lafay, 43.
Lafon, 246, 471.
Lagneau, 355, 394.
Lagrange (C.), 641.
Lagrange (Dr F.), 471.
Laguesse, 1027.
Laigue (de), 1025.
Laisant (C.-A.), 46, 84, **159** et **160**, 294, 396, 467, 526, 1020.
Lajoux, 568.
Lalesque, 761.
Lallemand (Ch.), 186.
Laloy (Dr L.), 133.
Lamy (H.), 950.
Lancereaux, 293, 830.
Lanchester, 1066.
Landauer (J.), 789.
Landerer (J.-J.), 192.
Landouzy, 794.
Lang, 1108.
Langemeyer (Dr), 908.
Langlois, 190, 355, 472, 525, 645, 794, 901, 1064, 1104.
Lannelongue, 1062, 1063.
Launoy (Stéphane de), 470.
Lapicque, 44, 137, 138, 293, 357, 525, 603, 1027.
Laplanche (M.-C. de), 757.
Lapworth (A.), 473.
Larbalétrier (A.), **958** à **974**.
Larmor (J.), 47.
Larrey (baron), 246, 951, 988.
Lasne (Henri), 644.
Lauder (A.), 85.
Laugier, 44.
Laulanié, 248, 570.
Launay (L. de), **362** à **373**, 606, 641.
Laurent (A.), 440.
Laurent (E.), 41, 1023.
Laurie, 47, 295.
Laussedat, 42.
Laussedat (A.), 604.
Lauth, 292, 646.
Lavenir (A.), 388.
Laveran, 44, 194, 642, 991.
Lavergne (Gaston), 350.
Lavergne (Gérard), **8** à **23**, 186, 243.
Laye, 192.
Layet, 1106.
Leau, 247.
Lebeau, 988, 1024, 1025.
Lebedew, 1065.
Le Bel, 472.
Lebret (A.), 198, 992.
Le Cadet (G.), 43, 864.
Lecercle, 642, 793.
Lechappe, 291.
Le Chatelier (A.), 81.
Le Chatelier (H.), 354, 524, **529** à **538**, 830.
Leclainche (E.), 1061.
Lecomte (H.), 191, 246, 1060, 1103.
Lecoq de Boisbaudran, 246, 292, 470, 520, 568, 604, 759, 1062.
Lecornu, 396.
Le Dantec (Félix), 80, 191, 194, 640, **775** à **780**, **1082** à **1085**, 1106.
Ledé (Dr), 830.
Le Dentu, 355, 437, 524.
Leduc, 81, 394.
Leduc (A.), 247.
Leduc (S.), 87.
Lefèvre, 293, 472.
Lefèvre (Léon), 294.
Lefrançois (voir Limonet).
Léger, 193.
Léger (E.), 80.
Léger (M.), 354.
Legrain, 137.
Legros (Ct V.), 468.
Leidié, 641.
Leleux, 471.
Lelieuvre, 131, 1101.
Leloir (H.), 355.
Lemaire, 796.
Lemaistre (Dr), 437.
Lemoine (E.), 1020.
Lemoine (G.), 247, 582, 1105.
Lemoine (J.), 1020.
Lemoult, 864, 865, 903.

Lenderens (J.-B.), 353.
Lepierre (Ch.), 43, 47.
Lépine (de Lyon), 191.
Lépine (R.), 951, 988.
Leroux, 394, 1027.
Leroux (J.), 524.
Le Roux (J.), 286.
Le Roy, 191, 353.
Le Roy de Méricourt, 44, 137, 471, 1027.
Le Royer (Alex.), 643.
Lescœur, 357, 395, 796, 1026.
Lesseps (Ferdinand de), 42.
Lesska (Fr.), 760.
Létienne (Dr A.), 189, 245, 289, 603, 758, 959, **1049** à **1055**.
Letulle (Dr M.), 215.
Levat, 526.
Levavasseur (R.), 435, 470, 604, 793.
Leveau (G.), 989.
Le Verrier (U.), 38, **177** à **183**.
Lévi, 606, 761.
Lévy (L.), 437.
Lévy (Maurice), 829, 903.
Lewes (V.-B.), **269** à **271**.
Lezé (R.), **539** à **549**.
Lhuillier, 864.
Lieben (Ad.), 295.
Liebermann, 252.
Liégeois, 194.
Liévin, 568.
Ligaier (O.), **172** et **173**.
Limb (C.), 792, 830, 948, 1059.
Limonet dit Lefrançois, 829.
Lindet (Louis), 46, **224** à **234**, 216, 357, 792.
Linder, 246, 292.
Ling (Arthus L.), 252, 831.
Linossier (G.), 355.
Lion, 82, 137
Liouville (R.), 470.
Lippmann (de Vienne), 197.
Lippmann (G.), 82, 83, 247, 524.
Litleton (Mlle F.-T.), 252.
Livache, 436.
Liveing, 760.
Lobatschevsky, 1029.
Lobry de Bruyn, 907, 992.
Lockyer (N.), 568, 952, 990, 991.
Lodin (A.), 569.
Loewy (Maurice), 43, 81, 439, 643, 759.
Loir (Dr), 434.
Lombroso (Cesare), 902.
Lorentz (H.-A.), 87.
Lortet, 758.
Lory, 193.
Lothelier (A.), 985.
Longuinine (W.), 990.
Lovén, 903.
Loven (Sven Ludwig), 1028.
Lowy (E.), 439.
Lucas (A.), 604.
Lucas (Félix), 759.
Lucas-Championnière (J.), 248, 471, 794, 1062.
Ludwig, 568, 1027.
Lumière (Aug.), 470, 601, **1034** à **1038**.
Lumière (L.), 470, 601, **1034** à **1038**.
Luxmoore (C.-M.), 867, 1067.
Luys, 525, 760.
Lyon (G.), 1104.

M

Mac-Callum (W.), 252.
Mac-Clelland, 251.
Macdonald (G.), 571.
Mac-Donald (G.-W.), 47.
Macé, 829.
Macé de Lépinay (J.), 435.
Mac-Gillavry, 87, 475.
Mac-Kendrich, 86.
Maclean (Magnus), 396.
Mac-Laurin, 252.
Magitot, 293, 355.
Magnan, 760.
Magnier de la Source, 1063.
Magnin (Ant.), 861, 986.
Mahler, 358.
Malassez, 82.
Malbot (A.), 904.
Malbot (H.), 904.
Malgat (Dr), 248.
Malherbe (de), 247.
Mallèvre (A.), 42, 136, 139, 1062.
Maltézos (C.), 438, 829.
Malvezin (P.), 1020.
Mamert (Thomas), 138.
Manceau, 1025.
Maneuvrier (G.), 642.
Mangin, 525, 1107.
Mangin (L.), 524.
Mann (Harold-H.), 648.
Mannheim (A.), 46, 354.
Maquenne (L.), 38, **53** à **56**, 139, 357, 433, 468, 756, 860, 899, 903, 1022, 1106.
Marchal, 606, 1063.
Marchand (Dr), 471.
Marchaux, 1027.
Marchis, 294.
Maréchal (A.), 132.
Marey, 136, 760, 830.
Marfan (Dr), 189.
Marguerite-Delacharlonny (P.), 1068.
Marie (T.), 899.
Marillier (L.), 41, 522, 828, 987, 1023.
Marinesco, 137, 194, 248, 356, 606, 1027, 1107.
Marion, 1024.
Marjolin, 293.
Markoff (André), 524.
Marmier (Louis), 1023.
Marmorck, 248, 356.
Marqfoy, 1024.
Marre (Eug.), 350.
Marsden Manson, 135.
Marshall (B.-C.), 527.
Marshall (Ch. Devereux), 572.
Marshall (Dorothy), 196, 1107.
Martel, 990.
Martel (E.-A.), 566.
Martin (F.), 1063.
Martin (J.), 43, 44, 80, 81, 136, 137, 192 193, 194, 246, 248, 292, 293, 354, 355, 394, 435, 436, 470, 471, 524, 568, 569, 604, 606, 642, 643, 644, 760, 761, 793, 794, 829, 864, 865, 904, 951, 988, 989, 990, 1026, 1027, 1063, 1103, 1106.
Martin (K.), 907, 1068.
Martinaud (V.), 643, 988.
Martinet, 642.
Mascart, 470.
Masoin, 194, 355.
Massart (Jean), 244.
Masseé (Jean), 526.
Massey, 568.
Massieu, 795.
Massol, 792, 865.
Matheron, 81, 135.
Mathias (E.), **647** à **649**.
Matignon (C.), 42, 44, 80, 81, 136, 137, 191, 192, 193, 246, 248, 291, 292, 354, 355, 394, 435, 470, 471, **479** à **493**, 523, 524, 568, 569, 604, 606, 641, 642, 644, 760, 761, 793, 794, 829, 830, 864, 865, 903, 904, 951, 988. 989, 990, 1024, 1026, 1027, 1062, 1063, 1106.
Maumené, 42, 44, 46, 435, 439, 471, 472, 569, 571, 606, 646, 865, 1106.
Maurain, 793.
Maurange (G.), 134, 289, 392, 567, 603, 794, 902, 950.
Maurin (Ch.), 983.
Mayençon, 292.
Maze (abbé), 393, 792.
Mazelle (E.), 1108.
Medley, 85, 251.
Meerens (Ch.), 568.
Mégnin (P.), 991.
Meldola (R.), 197, 647, 1066.
Mendel (Prof.), 758.
Mendeleef, 903.
Mensbrugghe (G. van der), 951.
Mer (Em.), 193
Méray (Ch.), 347.
Mertens (Fl.), 295.
Meslans, 135.
Meslin (G.), 192.
Mesnard (Eug.), 244.
Mesnet (Dr E.), 986.
Mesnil (F.), 640, 1023.
Mettetal, 1024.
Meunier, 138.
Meunier (Stanislas), 192, 1026.
Meunier (Victor), 901.
Meyer, 355, 645.
Michaels (Dr), 137.
Michel-Lévy (A.), 192, 644, 793.
Michotte (F.), 1059.
Mignet (F.), 1024.
Mignot (Dr), 951.
Miles Walker, 85.
Millardet, 42, 44.
Millet (S.), 191.
Mills (Ch.), 1067.
Milne-Edwards (A.), 248, **693** à **707**.
Minchin, 399, 647, 1066.
Minel (P.), 187, 859.
Minguin, 568.
Ministre de la Guerre, 989.
Ministre de l'Instruction publique, 81.
Ministre des Affaires étrangères, 135, 191.
Miquel (P.), 901.
Mirallié, 293, 356, 645.
Mirinny, 435.
Mislawsky, 645.
Moëssard, 568, 645.
Moissan (H.), 42, 43, 80, 81, 136, 191, 193, **477** à **479**, **514** et **515**, 523, 568, 641, 642, 951, 988, 990, 1025, 1105.
Mojsisowics (de), 1063.
Molteni, 438.
Moncorvo, 865, 1106.
Mond (L.), 866.
Monet (E.), 470.
Monod, 472.
Monod (C.), 137, 1106.
Monod (Ed.-G.), 467.
Montessus (de), 569.
Montessus de Ballore (de), 292, 902.
Moody (Gérald-T.), 439.
Morat (de Lyon), 248.
Morax (V.), 392, 603.
Moreau (G.), 192, 353, 468.
Moreau (H.), 44.
Moreigne, 357.
Moret de Montjou, 1026.

Morisani, 355.
Morisot, 793.
Morris Travers, 867.
Mosnier (A.), 247.
Mosny, 82.
Mossé (A.), 1027.
Motet, 82, 644.
Mott (Fr.-W.), 763.
Mouchet (Dr), 82.
Mougeot, 44, 137.
Mounet, 291.
Moureaux (Th.), 81.
Mouret, 248.
Mouret (G.), **909** à **917**, **1001** à **1008**, **1071** à **1081**.
Moureu, 1027, 1062, 1105.
Mourier (Dr), 761.
Mourlot (A.), 792.
Moussous (A.), 758.
Mouton, 1064.
Moynier de Villepoix, 292.
Mulder, 907, 992.
Muller, 643.
Müller (P.-T.), **32** à **35**.
Müller (Th.), 247.
Mullin (A.), 388.
Munro, 474.

N

Naber, 399.
Nabias (B. de), 826.
Nalepa (Alf.), 252, 1028, 1108.
Nansen, 643.
Nastukoff, 989.
Natterer, 197.
Nencki, 1027.
Nepveu, 606.
Nerville (F. de), 788.
Neville (F.-H.), 139, 1067.
Newall (F.), 249.
Newcomb (S.), 42, 641.
Newth (G.-S.), 1108.
Neumann, 604.
Nicaise, 569, 606, 991.
Nichols (Edward), 432.
Nicolaïew (de), 903.
Nicolas (Dr Ad.), 189.
Nicolas, de Lyon, 1107.
Niewenglowski (B.), 431, 519.
Niewenglowski (G.-H.), 187.
Nivière, 864, 1027.
Nobécourt, 1027.
Nocard (Ed.), 194, 434, 569, 991, 1061.
Nodel, 865.
Noé, 194, 437, 569.
Noguès, 136, 990.
Nolan, 642.
Nordenskiold, 470.
Norman Collie (voir Collie).
Norman Lockyer (voir Lockyer).

O

Oates (W.-H.), 85.
Obermayer (Albert v.), 1028.
Ocagne (M. d'), 195, 249, 295, 393, 396, 1020.
Œschner de Coninck, 135, 246, 247, 393, 569, 570, 794.
Œttinger (Carl), 358.
Olivier (E.), 355, 602.
Olivier (L.), ou L. O., 87, 134, 200, **235** à **238**, 358, **361**, **425** à **427**, **753** et **754**, 757, 908.
Ollier (L.), 289, 1062.
Olszewski (K.), **101** à **103**, 796.
Omelianski, 1026.
Onimus, 1027.
Oosting (H.-J.), 296, 1068.
Orme Masson, 47.
Orton, 1067.
Osaka (Y.), 252.
Osmond (F.), 1026.
Ostrousky, 604, 645.
Ostwald (W.), 288, **953** à **958**, **1069** à **1071**.
Oudemans, 906.
Oustimovitch, 193.
Ouvrard, 903, 1105.
Overeem (M. van), 648, 907.

P

Pabst (Camille), 566.
Pachon, 44, 570, 865.
Pagnoul, 436.
Painlevé (Paul), 131, 195, 291, 353, 759, 829.
Pallas, 759.
Panas, 248, 293, 644.
Papavasiliu, 295.
Paquier, 524.
Parenty (H.), 80.
Pâris (Amiral), 291.
Parmentier (F.), 1025.
Parona (Corrado), 188.
Paschl (C.), 1028.
Passy (Jacques), 291.
Pasteur (L.), 869, 951, 988, 1024, 1028, 1029.
Pate, 764.
Patein (G.), 989.
Paton (Noël), 140, 474.
Pattison Muir, 140.
Paulhan (Fr.), 520.
Péan, 137, 355, 525, 902, 991.
Pech de Cadel, 903.
Peddie (W.), 86, 140, 474, 528.
Pekelharing (C.-A.), 475.
Pélabon (H.), 903.
Pellat, 83, 395, 435, 438, 607, 645.
Pellet (A.), 604.
Pellet (H.), 826.
Pelseneer (P.), 434.
Penck, 641.
Pépin (P.), 605.
Perchot, 470.
Perez, 193.
Périer (Ch.), 606.
Perkin (A.-G.), 252, 439, 528, 764, 1067, 1108.
Perkin (W.-H.), 47, 48, 85, 252, 358, 474.
Perman (E.-P.), 572.
Perreau (F.), 1021.
Perrier (E.), 291.
Perrier (G.), 471, 643.
Perrin (A.), 80, 989.
Perrin (H.-W.), 295.
Perrin (R.), 42, 43, 80.
Perroncito, 761.
Perrot, 796.
Perrotin, 990, 1024.
Petit (H.), 354.
Petit (P.), 133, 566, 1102.
Pétrie (voir Flinders Petrie).
Pétrovitch, 435, 1025.
Peyrou (J.), 43.
Peytourcau (S.-A.), 862.
Phipson (T.-L.), 1062.
Phisalix, 436, 606, 794, 1063, 1106.
Picard (Em.), 43, 247, 292, 295, 354, 643, 792, 1105.
Picart (L.), 1105.
Pickering (J.-W.), 641.
Pickering (S.-U.), 764.
Pictet (Raoul), 42, 43, 81, 135, 191, 192, 525.
Piéri, 81, 1062.
Pigeon (L.), 355.
Pillet, 44, 794, 991, 1027.
Piltschikoff, 793.
Pinard (A.), 82, 830, 1064.
Pionchon, 77, 470, 1102.
Pittard (Eugène), 476.
Pizon, 248, 794.
Planchon (L.), 288.
Platt, 951.
Plimpton, 358.
Pocher, 472.
Pohl (Julius), 140.
Poincaré (A.), 435, 643, 951, 1026.
Poincaré (H.), 135, 192, 246, 247, 435, 983, 1105.
Poincaré (L.), 77, 288, 353, 639, 860, 899, 948, 1021, 1059.
Poirault (G.), 520, 761, 829.
Pollak (F.), 252.
Pomel, 42.
Pomeranz, 48.
Poncet (Dr), 137, 525, 991.
Ponsot (A.), 45, 46, 193, 247, 523, 570.
Pope (W.-J.), 85, 252, 358, 439.
Porter (A.-W.), 196.
Pousson, 470.
Pozzi (Dr), 137, 355.
Prada (Manuel Vasquez), 1025.
Prenant (A.), **123** à **128**.
Prentice (D.), 1108.
Preston (Th.), 287.
Préville (A. de), 352.
Prillieux, 191, 192.
Prompt, 246.
Proust (A.), 44.
Prud'homme, 295, 438, 472, 646, 796, 984.
Prunet, 44, 192.
Prunier, 991, 1027.
Puiseux, 439, 643, 759.
Pum (G.), 252.
Purdie, 607, 1067.
Puschl, 1108.
Putnam (G.-R.), 568.

Q

Quénu, 524, 567.
Quesneville (G.), 989.
Queva (Ch.), 861.

R

Rabaut (Ch.), 568.
Raciborski (M.), 761, 829.
Racovitza, 44, 248, 761.
Radais (Maxime), 789.
Raffy, 249, 295, 396, 526.
Raichline, 645.
Raillet, 472.
Rambaud, 43, 604.
Ramsay (W.), **90** à **99**, 192, 197, 354, 393, 524, 527, 760, 866, 867, 1107.
Ranvier, 44, 81, 1106, 1107.
Raoult (F.-M.), 792.
Rasch (J.-W.), 193.
Rateau (A.), 348.
Ratz, 140.
Raveau (C.), 82, 1066.
Rayet (G.), 292, 1063, 1105.
Rayleigh (J. W.), **90** **99**, 192.

Rebière (A.), 190.
Recoura, 641.
Reclus (Dr P.), 134, 644, 950.
Reddrop (J.), 295.
Régis (Dr), 471.
Regnard, 606.
Regnault, 194, 760.
Rellak (J.), 48.
Renard (Ad.), 80, 432, 569, 1025.
Renault, 44, 191, 192.
Renaut (de Lyon), 293.
Renaut (B.), 137.
Rennie (Edward-H.), 867.
Rénon, 44, 194, 355, 437, 525, 645, 76', 794, 1027.
Renou (E.), 291.
Renterghem (A.-W. van), 828.
Repelin, 43.
Repin, 291.
Resal (H.), 246, 291, 898, 988.
Retterer (E.), 82, **993** à **1000**.
Retzius, 792.
Revil, 136, 642.
Rey (Jean), 565.
Rey-Pailhade, 525.
Reyt, 43, 246.
Rhodes, 866, 1066.
Richard (G.), 825.
Richard (J.), 135, 394.
Richard (P.), 1063.
Richelot, 293.
Richer (Dr P.), **335** à **343**, 437.
Richet (Ch.), 44, 82, 137, 389, 394, 471, 525, 570, 990.
Richter, 48, 1108.
Richthofen (von), 80, 135.
Rietsch, 865.
Rigollot (H.), 760.
Riquier, 80.
Ritter, 435.
Rivals, 292, 354, 568, 604, 642.
Rive (de la), 523.
Rivière, 761, 1026.
Robin (A.), 570, 991.
Rochard (J.), 606, 608, 1027.
Roche (C.), 898.
Roché (G.), **109** à **122**, 291.
Rocques (X.), 246.
Roger, 248, 356, 525, 794.
Roguel (F.), 641.
Romanès (G.), 140.
Romburgh (P. von), 87, 296.
Romilly (F. de), 136, 292.
Roos (L.), **798** à **815**.
Roques (Ferd.), 569.
Roques (G.), 355.
Rosard, 291.
Rose (T.-K.), 607, 867.
Rosenthiel (A.), 191, 192, 193, 357, 393, 438, 472.
Rossard, 354, 1024, 1105.
Rosthner (Ernst), 48.
Rouché, 292.
Roula (Franz), 1028.
Roule (L.), 193, **586** à **593**, 760, 1106.
Rousseau, 990.
Rousseaux (E.), **173** et **174**.
Roussy, 356.
Rouvier (G.), 569.
Rouville (E. de), **170** et **171**.
Roux, 645, 1106.
Rücker, 399.
Rudio (F.), 37.
Ruë, 393.
Ruhemann, 1067.
Ruiz-Castizo (José), 1026.

S

Sabatier, 191, 760.
Sabatier (A.), 81.
Sabatier (P.), 353, 569, 571, 604.
Sachs (H.), 39.
Saillard (Ch.), 826.
Saint-Loup (Remy), 1063, 1106.
Saint-Philippe (Dr), 437.
Salisbury (marquis de), 951.
Salomon (H.), 43.
Salomons (Sir David), 46.
Salvert (F. de), 524, 604.
Sanchez-Toledo, 44.
Sande Bakhuysen (van de), 197.
Sans (E.), 193.
Saporta (A. de), 39, 191.
Saporta (G. de), 191, 359.
Sappey, 248.
Sappin-Trouffy, 135, 864.
Sarrat, 136, 1062.
Sarrau, 759.
Sauvageau (C.), 350, 520, 566, 790.
Sauzier, 904.
Saville Shaw, 867.
Savoire, 606.
Sayn, 193.
Scheurer-Kestner, 990.
Schlesinger (Prof. Dr L.), 599, 642.
Schlœsing père, 246, 292, 864.
Schlœsing fils, 605, 989, 1024.
Schoute (P.-H.), 87, 199, 296, 400, 474, 475, 648, 868, 908, 992, 1068.
Schrader, 643.
Schrawhofer (Franz), 1028.
Schrœder van der Kolk (J.-L.-C.), 87.
Schubert, 247.
Schulhof, 1025.
Schulke (Dr A.), 859.
Schumann (V.), 252.
Schunck (Edward), 197.
Schur (W.), 1062.
Schuster (A.), 81, 523.
Schutzenberger, 355, 523, 569.
Schwarz, 643.
Scott (C.-A.), 348.
Sedgwick (Miss A.-P.), 473.
Seeliger (H.), 1108.
Séguier (J.-A. de), 286.
Seguy, 393, 792.
Sellier, 525.
Senderens, 569, 604.
Sergent, 437, 472.
Serrant (Ern.), 899.
Serres (Louis), 899.
Serret (Paul), 864, 865, 904.
Seynes (de), 435.
Sharp, 866.
Shelford Bidwell, 1066.
Sherrington (C.-S.), 763.
Shields (J.), 866.
Show, 1108.
Siacci, 43.
Sibenrock, 1028.
Sidney Young, 46, 1108.
Siertsema (L.-H.), 193.
Sigalas, 470.
Sigaud (Dr C.), 469.
Sigmund (W.), 1108.
Silvestri (de), 194.
Simon, 395, 438, 569, 796.
Sipière, 192.
Skinner, 251.
Skraup, 140, 252.
Smith (John), 86.
Smithells (A.), 1108.
Smits (A.), 1068.
Société Royale de Londres, **103** à **107**.
Sonstadt (E.), 1067.
Sorel (E.), 825, **839** à **846**, **1038** à **1049**.
Soret (A.), 187.
Sorter (A.-W.), 526.
Sottas, 570, 606.
Soulié, 472, 525, 570.
Soulier (Henry), 351, 644.
Soupault, 830.
Souques, 525.
Soury (J.), 41, **62** à **73**, 351, 758, 791, 863, 902, 986.
Springer (Dr M.), **974** à **979**.
Stœckel (P.), 43, 903, 988.
Stanley Kipping (F.), 85, 295, 358, 439, 572.
Starch, 606.
Steindachner, 1028.
Stern (A.-L.), 48.
Stieljes, 80.
Stodolkiewitz (A.-J.), 81, 353, 436, 524.
Stokvis (B.), 992.
Stoney (Johnston), 399.
Stouff, 42.
Streatfield (F.-W.), 197, 1066.
Stricht (Van der), 355.
Stroobant (P.), 755.
Sturany (Rudolf), 197.
Sturm (Rudolf), 37.
Suberbie (L.), **715** à **717**.
Suchard, 1107.
Sudborough (J.-J.), 48, 85, 527, 528.
Sulliot, 139.
Sundt (Lorenzo), 135.
Suringar (W.-F.-R), 296.
Surmont, 44, 194.
Swyngedauw (R.), 759, 792.
Sy, 43, 604.

T

Tacchini (P.), 136, 393.
Tait, 86, 140, 474.
Tambor, 1108.
Tannenberg (Wladimir de), 354.
Tannery (J.), 131.
Tannery (P.), 246.
Tanret, 191, 294, 354, 438, 524, 571, 646.
Tarchanow, 606.
Tardy, 642.
Tarnier, 248.
Tassilly, 393, 641.
Tchebicheff, 42.
Téguor, 829.
Teisserenc de Bort (L.), **164** à **167**, 436.
Teissier, 44, 793.
Teissier (de Lyon), 194.
Teissier (P.), 761.
Termier, 1027, 1106.
Testut (Léo), 394.
Thézard, 568, 760.
Thierry (de), 435.
Thiriet (A.), 1022.
Thiroloix, 356.
Thomas, 395, 645, 796, 1106.
Thomas (G.-L.), 1108.
Thomas (V.), 247, 357, 568, 760, 792.
Thomas-Mamert, 866.
Thompson (Silvanus-P.), 85, 600, 866 1066.
Thoulet (J.), 248, 353.
Thybaut (A.), 988.

Tieghem (van), 136.
Tilden (Will.-A.), 527.
Tillaux, 44.
Tillie (J.), 763.
Tillo (Alexis de), 136, 759, 793, 989, 990, 1024.
Timiriazeff, 248.
Tissandier (G.), 523.
Tisserand (F.), 136, **380** à **384**, 989, 1063.
Tissot, 293, 354, 356, 645.
Torrés (Léonardo), 793.
Touche (P.-E.), 760.
Touchimbert (F.-S. de), 136.
Toulouse (E.), 1027.
Traguair, 474.
Traverso, 354.
Treik (Jos.), 252.
Tresse, 247.
Troost, 903, 1105.
Trouessart, 138, 794, 1103.
Trouillet, 761.
Trubert (A.), 42, 605.
Tudor Cundall (J.), 867.
Tumlirz (O.), 358.
Turner (Sir W.), 474.

U

Urbain (E.), **204** à **223**, **446** à **450**, 826, 1028.

V

Vaillant (L.), 248, 526.
Vaillard, 569.
Valcourt (Dr de), 1106.
Valenta, 1108.
Vallier (E.), 136, 755, 989.
Vallin, 44, 525.
Vallot (J.), 566.
Valois, 570.
Vaquez, 293.
Varet (Raoul), 353, 471, 523, 524, 568, 646, 864, 903, 988, 1024.
Vaschy, 43, 135, 192.
Vaudin (L.), 435, 864.
Vautier, 642, 643, 1064.
Vayssière, 643.
Veley (H.), 140.
Venukoff (général), 191, 642.
Verneuil, 395, 606, 608, 641.
Verneuil (A.), 1022.
Veronèse (Giuseppe), 788.
Verschaffelt (J.), 907.
Vesque, 394.
Vessiot (E.), 135.
Vialleton, 758.
Viard (Dr), 1027.
Viau (G.), 901.
Vieille (P.), 755.
Vigouroux, 135, 246, 292, 569, 1026, 1063.
Villard, 191, 605, 759, 795, 642.
Villars (E. de), 949.
Ville (J.), 470.
Villiers (A.), 43, 80, 81, 135, 136, 139, 191, 193, 291, 294, 357, 395, 865.
Vincent (Dr H.), 522.
Vinot (J.), 81, 605, 829.
Violle (J.), 470, 642, 643, 762, 1064.
Vislicenus (D.-W.-F.), 242.
Vitzou (Alex.-N.), 904.
Vivet (L.), **816** à **821**, 898, 947.
Vivien, 136.
Vogel (Dr), 400.
Vogt (Carl), 475, 523.
Vries (J. de), 86, 992, 1067.
Vuillemin, 293, 1063.
Vuillemin (Dr C.), 758.

W

Waals (J.-D. van der), 198, 648, 907.
Wallace Walker (J.), 607, 648, 831, 867, 1067.
Wallerant, 293, 523, 1062.
Walton, 355.
Wardell Stiles (Dr Ch.), 471.
Wassmuth (A.), 439.
Wedensky, 44
Wegscheider (R.), 252.
Weierstrass, 246, 353, 470, 1108.
Weineck, 358.
Weisack, 252.
Weiss (G.), 195, **253** à **269**, 1024.
Weiss (Pierre), 393, 438, 795.
Welsch, 606.
Wenieck, 197.
Wentworth Jones, 1108.
Wernicke, 862.
Wertheimer (E.), 391.
Wery (G.), 599.
West (H.), 81.
Weyr (Eduard), 439.
Wickersheim, 193.
Widal, 82.
Wiener (Otto), 609.
Wilkomm (Moriz), 1028.
Williamson (S.), 1067.
Willotte, 81.
Winogradsky (S.), 1062.
Winter, 1026, 1107.
Wirtinger (Wilhelm), 358, 1028, 1058.
Witz (A.), 243, 348, 432, **613** à **617**, 825, 829, 859, 1058, 1101.
Womack, 85.
Workler (James), 474.
Worms, 761.
Woronine, 1025.
Wright (Lewis-T.), 527.
Wulker (Mlle C.), 252.
Wurtz, 137, 522.
Wyndham R. Dunstan, 139, 252, 867, 1108.
Wynne (W.-P.), 572, 867.
Wyrouboff, 46, 138, 394, 395, 1028.

X

XXX., **506** à **514**, **593** à **595**.

Y

Yersin, 570.
Young (Georges), 764.
Yule (G.-V.), 196, 399.

Z

Zachariadès, 1064.
Zdenek Peske, 439.
Zeemann (P.), 198, 992, 1068.
Zeiller, 43, 192, 360, 604.
Zenger (Ch.-V.), 353, 471, 568, 569, 605, 641, 864, 865, 903, 904, 1105.
Zickel, 1028.
Zochios, 435.
Zorn (L.), 44.
Zwaardemaker (B.), 908.
Zwiers (H.-J.), 198, 295.

ERRATA

P. 46, au lieu de *Fauret*, lire Fouret.
P. 85, — *Thomson* (S. P.), lire Thompson (S. P.).
P. 131, — *J. Drack*, lire J. Drach.
P. 139, — *Wyndham R. Dunston*, lire Wyndham R. Dunstan.
P. 194, — *Audouard*, lire Andouard.
P. 196, — *Alfred C. Clapman*, lire Alfred C. Chapman.
P. 197, — *Ebnor* (V.), lire von Ebner.
P. 439, — *Harvis Morris*, lire Harris Morris.
P. 527, — *Amstrong* (Dr), lire Armstrong (Dr).
P. 759, — *Sarran*, lire Sarrau.
P. 864, — *Guinchaut*, lire Guinchant.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES ARTICLES ORIGINAUX, LA BIBLIOGRAPHIE, LES CHRONIQUES ET LES NOUVELLES [1]

A

Abîmes. — Les — (Les eaux souterraines, les cavernes, les sources, la spéléologie) 566
Absorption de la lumière. — Étude expérimentale sur l' — par les cristaux 860
Acétylène. — Une révolution dans l'éclairage au gaz. Utilisation commerciale et industrielle du carbure de calcium pour la production de l' — 446
— L'éclairage à l' — 598
Acide sulfurique. — L'industrie de l' — en France 839
Acides bibasiques. — Contribution à l'étude de quelques — 1022
Acides cérotique et mélissique. — Recherches sur les — 899
Acides organiques à fonction complète (2e partie) 38
Acier. — La métallurgie de l' — 38
Actinies. — Étude sur l'Anatomie, l'Histologie et le développement des — 757
Agriculture. — Le rôle de la science dans l'évolution de l' — 56
Agronomie. — L' — au Congrès de Caen 173
— Revue annuelle d' — 1008
Aiguillons des plantes. — Recherches anatomiques sur les épines et les — 985
Aimantation. — De l'influence de l' — sur les phénomèdes thermo-électriques 899
Albumines. — La digestion triptique des — et la sécrétion interne de la rate 494
Algèbre supérieure. — Introduction à l'étude de la Théorie des nombres et de l' — 131
Alliages. — Les — métalliques 529
Allotropie. — De l' — des corps simples 77
Aluminium. — La soudure de l' — 36
Analyse au Chalumeau 789
Analyse infinitésimale. — Leçons nouvelles sur l' — et ses applications géométriques 347
Analytischen Geometrie des Ebene. — Elemente der — 37
Anatomie. — Revue annuelle d' — 847
Anatomie philosophique. — L' — et ses divisions 1103
Anesthésie. — Manuel opératoire de l' — par la cocaïne en chirurgie dentaire 901
Animaux de Madagascar. — Les — 693
Antimoniates. — Contribution à l'étude des arséniates et des — cristallisés préparés par voie humide 788
Apocynées. — Produits fournis à la matière médicale par la famille des — 288
Appareil digestif. — Traité des troubles fonctionnels mécaniques de l' —. Évolution naturelle de la dyspepsie 469
Appareils accessoires des Chaudières à vapeur 1101
Argent. — L'avenir géologique de l'or et de l' —. Conséquences économiques et sociales 362
Argon — L' —, nouvel élément de l'atmosphère 90
— Les spectres de l' — 99
— La liquéfaction et la solidification de l' — 101
— Discussion sur l' — 103
— L' — et le système des éléments 199
— Les recherches du professeur W. Ramsay sur l' — et l'Hélium 297
— La technique de la séparation de l' — et l'Analyse de l'air 1017
Aritmétique. — Traité d' — suivi de Notes sur l'Ortografe simplifiée 1020
Armure génitale. — Contribution à l'étude de la morphologie de l' — des Insectes 862
Arséniates. — Contribution à l'étude des — et des antimoniates cristallisés préparés par voie humide 788
Art militaire. — Applications de la Chimie à l' — moderne 899
Ascidies composées. — Contribution à l'étude des — 949
Association française pour l'avancement des Sciences. — Les travaux de l' — au Congrès de Caen 159
Association géodésique internationale. — Comptes rendus des séances de la Commission permanente de l' —, réunie à Innsbruck du 5 au 10 Septembre 1894, suivis des Rapports sur les travaux géodésiques accomplis dans les différents pays pendant la dernière année 564
Astronomie. — Revue annuelle d' — 380
Astronomische chronologie 242
Asymétrie et fermentation à propos des travaux de M. Em. Fischer 53
Atomisme. — La déroute de l' — contemporain 953
— Quelques mots de réponse à *la Déroute de l' — contemporain* 1030
Atom-Mechanics. — The Elements of — 1er vol. : The true atomic Weights of the chemical elements and the unity of Matter 756
Azote. — Les anomalies dans la liquéfaction de l' — 107

B

Bactériologie. — Applications de la Micrographie et de la — à la précision du Diagnostic chirurgical 134
— Précis de — clinique 522
Balistique des nouvelles poudres 755
Baryum. — Essai sur la préparation du — métallique 948
Benzène. — Recherches sur quelques dérivés surchlorés du phénol et du — 860
Bêtes. — Nos —. Animaux utiles et nuisibles. 522, ... 640, 758, 950
Bicycles. — Traité des — et bicyclettes, suivi d'une application à la construction des vélodromes 466
Bicyclettes. — Traité des bicycles et —, suivi d'une application à la construction des vélodromes 466
Bière. — La — et l'industrie de la Brasserie 1102
Bilharziose. — Étude sur le Bilharzia hæmotobia et la — 758
Biomécanique. — La — 441
Bisexués. — Les —; Gynécomastes et Hermaphrodites. 1023
Black-Rot. — Le — et son traitement pratique 350
Bornage. — Rapport présenté à la Commission extra-parlementaire du Cadastre sur l'état actuel du — des propriétés en France 186
Botanique. — La — au Congrès de Caen 172
—. Anatomie et physiologie végétales 602
Botany. — Chapters in modern — 433
Bouche. — Formulaire pratique pour les maladies de la — et des dents 901

[1] Les **chiffres gras** renvoient aux articles originaux.

Bouée. — Nouvelle — de sauvetage.... 75
Brasserie. — La bière et l'industrie de la —.... 1102

C

Cables sous-marins. — Le relèvement des —.... 184
Calcul géométrique. — Précis de — d'après les théories de Grassmann (en allemand).... 186
Calcul infinitésimal. — Applications géométriques du —.... 76
Calculateurs. — Psychologie des grands — et joueurs d'échecs.... 289
Caractères. — Les —.... 520
Carbure de calcium. — Une révolution dans l'éclairage au gaz. Utilisation commerciale et industrielle du — pour la production de l'Acétylène.... 446
— Sur la préparation industrielle du —.... 514
Cellulose, an Outline of the Chemistry of the structural Elements of Plants.... 601
Cémentation. — La — des lingots destinés aux plaques de blindage.... 856
Centres nerveux. — Anatomie des —. I. Méthodes générales d'étude : Embryogénie, Histogenèse et Histologie. Anatomie du cerveau.... 1103
Cerveau humain. — Atlas du — et du trajet des fibres nerveuses à l'usage des médecins et étudiants en médecine.... 758
Chaleur. — La théorie de la — (en anglais).... 287
— Les actions chimiques de la lumière et de la —. Méthode de M. G. Lemoine.... 582
Champignons. — Dictionnaire iconographique des — supérieurs d'Europe, Algérie et Tunisie.... 757
Charpenterie métallique. — Menuiserie en fer et serrurerie, I.... 242
Chaux hydrauliques. — Industrie des — et des ciments en France.... 299
Chien. — Anatomie descriptive et topographique du —.... 133
Chimie. — La — au Congrès de Caen.... 167
— Cours élémentaire de —, rédigé conformément à la nouvelle nomenclature proposée par le Congrès de Genève.... 565
— Applications de la — à l'art militaire moderne.... 899
— Traité de — avec la notation atomique. Métalloïdes, Métaux, Chimie organique.... 899
Chimie analytique. — Les bases scientifiques de la — (en allemand).... 288
Chimie médicale. — Corps minéraux. Corps organiques. 950
Chimie pure. — Revue annuelle de —.... 780
Chirurgie. — Revue annuelle de —.... 937
Chirurgie oculaire. — Recherches bactériologiques sur l'étiologie des conjonctivites aiguës et sur l'asepsie dans la —.... 603
Chronomètres. — Les — de marine.... 387
Ciments. — Industrie des chaux hydrauliques et des — en France.... 299
Cinématographe. — Le — de MM. Auguste et Louis Lumière.... 633
Clinique chirurgicale. — Leçons de — professées à l'Hôpital Saint-Louis pendant les années 1889 et 1890.... 932
Clinique thérapeutique. — Traité élémentaire de —.... 1104
Cliniques chirurgicales de la Pitié.... 134
Cocaine. — Manuel opératoire de l'Anesthésie par la — en chirurgie dentaire.... 901
— La — en chirurgie.... 950
Coccidies. — Les —.... 775
Cœur. — Maladies congénitales du —.... 758
Commerce a Madagascar. — L'avenir du — et l'avenir économique de l'île.... 718
Communications téléphoniques entre les trains et les stations de chemins de fer.... 130
Commutateur électrique.... 415
Comparateur automatique enregistreur. — Le — de M. le commandant Hartmann.... 975
Compresseur d'air. — Un nouveau type de —.... 1056
Conférence bibliographique. — Les travaux de la — de Bruxelles.... 833
Congrès géologique international. Session de Washington.... 244
Conjonctivites aiguës. — Recherches bactériologiques sur l'étiologie des — et sur l'asepsie dans la chirurgie oculaire.... 603
Convention du mètre. — La —.... 886
Corpuscule central. — Le — et la division cellulaire.... 123
Couleurs reproduites. — Les — en photographie.... 39
Courants alternatifs. — Troubles causés sur les lignes téléphoniques par une distribution à —.... 129
— Actions des — à haute tension sur l'homme.... 787
— Étude analytique et graphique des —.... 788
— Leçons sur les notions fondamentales relatives à l'étude des —.... 1102
Courants de grande fréquence. — Sur l'action physiologique des —.... 87
Courants triphasés. — L'emploi des — à la station centrale d'électricité de Chemnitz.... 314
Cryptogames vasculaires. — Recherches anatomiques sur les —.... 520
Culture fourragère. — Manuel de —.... 468

D

Débrayage. — Nouveaux appareils de — et freinage automatiques.... 1100
Décharges électriques. — Les — à travers les gaz.... 283
Décoration céramique au feu de moufle.... 38
Dents. — Formulaire pratique pour les maladies de la bouche et des —.... 901
Dérivés tartriques. — Recherches sur quelques — de structure dissymétrique.... 756
Dermatologie. — Précis élémentaire de —. III. Dermatoses microbiennes. Néoplasies.... 603
Désinfection. — De la — des poussières sèches des appartements au moyen de substances gazeuses et volatiles.... 901
Diagnostic chirurgical. — Applications de la Micrographie et de la Bactériologie à la précision du —.... 134
Dioscorées. — Recherches sur l'anatomie de l'appareil végétatif des Taccacées et des —.... 861
Dispersion. — Étude expérimentale de la — et de la Réfraction des gaz.... 1021
Distances angulaires célestes. — Sur les mesures micrométriques des petites — et sur un moyen de perfectionner ce genre des mesures.... 755
Distillation. — La —.... 825
Distribution d'électricité. — Un nouveau système de —, système monocyclique du Dr L. Bell.... 561
Division cellulaire. — Le corpuscule central et la —.... 123
Dyspepsie. — Traité des troubles fonctionnels mécaniques de l'appareil digestif. Évolution naturelle de la —.... 569

E

Eaux-de-vie. — Fabrication des —.... 565
Éclairage. — L' — à Paris.... 132
Éclairage au gaz. — Une révolution dans l' —. Utilisation commerciale et industrielle du carbure de calcium pour la production de l'Acétylène.... 446
Électricité. — Les applications mécaniques de l' — dans les mines.... 8
— L' — appliquée à la Marine.... 187
— L' — employée comme moyen de chauffage.... 464
— Cours élémentaire d' —.... 948
Électricité agricole.... 566
Electricity. — A laboratory Manual of Physics and applied.... 132
Électro-aimant. — L' — et l'Électro-mécanique.... 600
Électro-chimie. — Sur l'extension de l' — industrielle. 596
Électro-mécanique. — L'Électro-aimant et l' —.... 600
Électrocution. — L'efficacité de l' —.... 285

Elementar-Mathematik. — Methodisches Lehrbuch der — ... 388 et 947
Empoisonnement des rivières. — L' — en Australie ... 439
Énergétique. — Lettre sur l' — ... 1069
Énergie électrique. — Électricité industrielle : Leçons sur les notions fondamentales relatives à l'étude et à la mesure de l' — ... 77
— Exemples de transport d' — à grande distance ... 982
— Les sources d' — ... 1102
Enseignement chimique. — L' — à l'étranger. Laboratoires nouveaux ... 201
— Sur l' — en France ... 358
Entropie. — L' —, sa mesure et ses variations :
1re partie. Méthodes, Lois fondamentales. ... 909
2e partie. Mesure de la reversibilité des transformations isothermes ... 1001
Épines. — Recherches anatomiques sur les — et les aiguillons des plantes. Influence de l'état hygrométrique et de l'éclairement sur les tiges et les feuilles des plantes à piquants ... 985
Épreuves photographiques. — Instructions pratiques pour produire des — irréprochables ... 388
Équation de la chaleur. — Sur l' — $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=\frac{\partial u}{\partial x}$ ... 387
Équations de la Dynamique. — Mémoire sur la transformation des — ... 131
Équations linéaires. — Sur les intégrales des — aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes ... 286
Essais de résistance des métaux. — La mesure des petits allongements dans les — ... 822
Êtres vivants. — Histoire naturelle des —. I. Anatomie et Physiologie animales et végétales. II. Reproduction chez les animaux et compléments. — Classifications zoologiques et botaniques ... 1060
Expansion française. — L' — en Afrique ... 593
Exploitations agricoles a Madagascar. — Les grandes —. Canne à sucre, Cotonnier, Vanillier, Pignon d'Inde, Caféier, Cacaoyer, Tabac, Aloès et Agavé, Riz et autres cultures ... 708
Explosifs. — Deux nouveaux — de grande puissance ... 428

F

Facteur thermique de l'Évolution. — Le — ... 1071
Fascination. — Le Somnambulisme provoqué et la — ... 986
Femmes. — Les — dans la Science ... 190
Fermentation. — Asymétrie et —, à propos des travaux de M. Em. Fischer ... 53
— Les microorganismes de la — ... 566
Feuille. — La Récapitulation et l'Innovation en Embryologie végétale. Ontogénie de la plantule. Organogénie de la — ... 244
Fibres nerveuses. — Atlas du cerveau humain et du trajet des —, à l'usage des médecins et étudiants en médecine ... 758
Flore de l'île de la Réunion ... 1103
Fonctions. — Sur des — d'un point analytique à multiplicateurs exponentiels ou à périodes rationnelles ... 387
— Sur quelques points de la théorie des — ... 637
— Sur les — de n variables complexes ... 1058
Fonctions elliptiques. — Abrégé de la théorie des —. 467
— Les — et leurs applications ... 518
Fonction $\zeta(s)$. — Sur la — de Riemann et sur des fonctions analogues ... 564
Fonte. — Fabrication de la — ... 38
Forces électromotrices. — Mesure directe des — en unités absolues électromagnétiques ... 1059
Forgeage. — État actuel du travail du fer et de l'acier :
1re partie : — et laminage ... 870
2e partie : Produits de forge. Conditions géographiques et économiques de la production ... 917
Formes quadratiques. — Sur deux formules fondamentales dans la théorie des — et de la multiplication complexe d'après Kronecker ... 286
Frein a air. — Le — Genett ... 428
Freinage. — Nouveaux appareils de débrayage et de — automatiques ... 1100
Fruit des Conifères. — Contribution à l'étude de l'anatomie comparée du — ... 789

G

Gastéropodes. — Recherches histologiques et organoleptiques sur les centres nerveux des — ... 826
Gehirn und Seele ... 790
Géographie. — Revue annuelle de — ... 620
Géographie littorale. — La — ... 949
Géologie. — La — au Congrès de Caen ... 169
— Revue annuelle de — ... 1086
Géométrie analytique. — Cours de — :
I. Sections coniques ... 431
II. Construction des courbes planes et compléments relatifs aux coniques ... 519
Géométrie a plusieurs dimensions. — Principes fondamentaux de la — (en allemand) ... 788
Géométrie linéaire. — Traité synthétique des figures du premier et du second degré dans la —. 1re partie : Complexes linéaire et tétraédral. 2e partie : Congruences du premier et du second ordre (en allemand) ... 37
Geometrische Analyse. — Gesammelte mathematische und physikalische Werke. 1er volume, 1re partie : Die Ausdehnungslehre von 1844 und die — ... 839
Geschichte der Mathematik. — Vorlesungen über — (3e volume) ... 76
Gesellschaft der Wissenschaften. — Kœnigliche — de Göttingue ... 135
Gisements aurifères de Madagascar. — Les — ... 715
Gites métallifères. — Étude industrielle des — ... 468
Gommes laques. — Contribution à l'étude des — des Indes et de Madagascar ... 756
Grande Encyclopédie. — Inventaire raisonné des Sciences, Lettres et Arts. 505e et 506e livraisons ... 41
— 507e et 508e livraisons ... 79
— 509e, 510e et 511e livraisons ... 134
— 512e et 513e livraisons ... 190
— 514e et 515e livraisons ... 245
— 516e et 517e livraisons ... 290
— 518e et 519e livraisons ... 352
— 520e et 521e livraisons ... 392
— 522e et 523e livraisons ... 434
— 524e et 525e livraisons ... 469
— 526e et 527e livraisons ... 522
— 528e et 529e livraisons ... 567
— 530e et 531e livraisons ... 603
— 532e livraison ... 640
— 533e et 534e livraisons ... 863
— 535e livraison ... 950
— 536e livraison ... 987
Graphologie (en italien) ... 902
Groupes de transformations. — Sur la structure des — finis et continus ... 131
Gymnastique. — Traitement des maladies par la — suédoise ... 758

H

Hélium. — Les recherches du professeur W. Ramsay sur l'Argon et sur l' — ... 297
Helminthologie. — L' — italienne depuis ses premiers temps jusqu'à 1890 (en italien) ... 188
Hépatite. — Traité médico-chirurgical de l' — suppurée des pays chauds. Grands abcès du foie ... 391
Houblon. — Culture de l'orge de brasserie et du — en France ... 958
Hova. — Les — de Madagascar ... 49
Huiles. — Recherches sur la formation des — grasses et des — essentielles dans les Végétaux ... 244
Hydrocarbures. — La synthèse industrielle des — employées à l'éclairage ... 269

Hydrogène. — La liquéfaction de l'—. Détermination de la température critique et de la température d'ébullition normale de l' —..... 617
Hydrostatique. — Traité sur l' — (en anglais)..... 1101
Hygiène. — La Médecine et l' — au Congrès de Caen..... 174
Hygiène coloniale. — Manuel d' —..... 189
Hyménoptères. — Appareil glandulaire des —..... 639
Hystérectomie vaginale. — De l' — appliquée au traitement chirurgical des lésions bilatérales des annexes de l'utérus..... 79

I

Increase in Weight of Tin. — The — and Lead on Calcination (1630)..... 565
Industrie chimique. — L' —..... 757
Influence du milieu. — L' — sur les animaux..... 188
Insectes. — Contribution à l'étude du système nerveux sous-intestinal des —..... 900
Institut chimique. — L' — de Nancy..... 32
Institut de Chimie. — L' — de la Faculté des Sciences de Lille..... 477
Instruction populaire. — Congrès des Sociétés d' —. 797
Isothermes. — Étude comparative des — observées par M. Amagat et des — calculées par la formule de M. Van der Waals..... 243

J

Joueurs d'échecs. — Psychologie des grands calculateurs et —..... 289

L

Laboratoires. — Description des nouveaux — de la Faculté des Sciences de Lille..... 479
— L'enseignement chimique à l'étranger. — Nouveaux. 201
Lacs du Jura. — Les — :
N° 1. Généralités sur la limnologie jurassienne.... 861
N° 2. Végétations des lacs du Jura suisse..... 861
Lait concentré. — La laiterie moderne et l'industrie du —..... 539
Laminage. — État actuel du travail du fer et de l'acier :
1re partie : Forgeage et —..... 870
2e partie : Produits de forge. Conditions géographiques et économiques de la production..... 917
Lead. — The Increase in Weight of Tin and — on Calcination 1630..... 565
Lias. — Recherches géologiques sur le — de la bordure sud-ouest du Massif ardennais..... 1022
Ligne de Sceaux. — Le prolongement souterrain de la —..... 239
Linearen Differential-Gleichungen. — Handbuch der Theorie der —, t. I..... 599
Lobatschevsky. — Hommage à la mémoire de —.... 1029
Lobe occipital. — La substance blanche des hémisphères du cerveau humain : I. Le —..... 39
Locomotives électriques. — Les — de la *Baltimore and Ohio Railroad Company*..... 129, 895
Locomotive minière. — Nouveau type de —..... 185
Logarithmen Tafeln. — Vierstellige —, nebst mathematischen, physikalischen und astronomischen Tabellen für den Schulgebrauch..... 859
Lumière. — Les actions chimiques de la — et de la Chaleur, méthode de M. G. Lemoine..... 582
Lumières artifielles. — Les — en Photographie.... 243

M

Machines agricoles. — Instructions pratiques sur l'utilité et l'emploi des — sur le terrain. I. Labours. II. Semailles. III. Récoltes..... 599
Machines Allis et Schmidt. — Sur un parallèle établi entre les —..... 832
Machine a vapeur. — Les derniers progrès de la —.. 613
Machines a vapeur. — Traité des —, t. I..... 898
Machines thermiques. — Les — (à vapeur, à air chaud et à gaz tonnants)..... 348
Machines volantes. — Le progrès des —. Stabilité.. 766
Madagascar. — Le monde malgache : Géographie et aspect général de —. Le sol, la flore et les forêts. Les races malgaches et leur civilisation..... 650
— Les Animaux de —. Animaux sauvages et animaux domestiques..... 693
Les grandes cultures à —. Cannes à sucre, cotonnier, vanillier, pignon d'Inde, caféier, cacaoyer, tabac, aloès, agave, riz, blé, vigne..... 708
— Les gisements aurifères de —..... 715
— L'état actuel du commerce à — et l'avenir économique de l'île..... 718
— La pathologie de —..... 745
— La politique française à —..... 753
Magnetische Kreise, deren Theorie und Anwendung.. 349
Maladies microbiennes. — Les — des animaux..... 1061
Manipulations de Physique. — Cours élémentaire de —..... 1058
Marche de l'Homme. — La morphologie physiologique de la —..... 335
Marées. — Des —..... 1020
Massif ardennais. — Recherches géologiques sur le Lias de la bordure sud-ouest du —..... 1022
Mathématiques. — Les — au Congrès de Caen..... 159
Mathematischen Chemie. — Grundzüge der —..... 349
Matière. — Pour la —..... 1032
Mécanique générale. — Traité de —. I. Cinématique. Théorèmes généraux de la Mécanique. De l'équilibre et du mouvement des Corps solides. II. Frottement. Équilibre intérieur. Élasticité. Hydrostatique. Hydrodynamique. Hydraulique..... 898
Médecine. — La — et l'Hygiène au Congrès de Caen.. 174
— Traité de —, t. VI..... 288
— Revue annuelle de —..... 1049
Menuiserie en fer. — Charpenterie métallique, — et Serrurerie, I..... 242
Mesures électriques..... 1102
Mesures physiques. — Leçons pratiques sur les — (en anglais)..... 287
Métallurgie. — Cours de — professé à l'École des Mines de Saint-Étienne. Métallurgie de la Fonte... 38
— Revue annuelle de —..... 177
Météorologie. — La — au Congrès de Caen..... 164
Micrographie. — Applications de la — et de la Bactériologie à la précision du Diagnostic chirurgical... 134
Minéraux. — Analyse spectrale directe des —..... 1021
Mineur. — Aide-Mémoire du —..... 564
Mollusques. — Introduction à l'étude des —..... 434
Monde énergétique. — Le monde mécanique et le —..... 1030
Monde malgache. — Le —. Géographie et aspect général de Madagascar. Le Sol, la Flore, les Forêts. Les Races malgaches et leur civilisation..... 650
Monde mécanique. — Le — et le monde énergétique.. 1030
Monocotylédones. — Recherches sur les — à accroissement secondaire..... 1059
Mort apparente. — La — du nouveau-né..... 902
Moteur-Alternateur. — Un — destiné aux recherches de laboratoire à University College (Londres)..... 858
Moteurs a gaz et a pétrole. — Les — en 1893 et 1894..... 825
Moteurs a pétrole. — Les — de faible puissance.... 573
Moteurs des machines électriques. — Régularisation des —..... 859
Mouvement brownien. — Le — et les mouvements moléculaires..... 1
Mouvement varié de l'eau. — Sur le — dans les tubes capillaires cylindriques évasés à leur entrée et sur l'établissement du régime uniforme dans ces tubes..... 947
Mouvements moléculaires. — Le mouvement brownien et les —..... 1
Muguet. — Étude sur le —..... 41
Multiplication complexe. — Sur deux formules fon-

damentales dans la théorie des formes quadratiques et de la — d'après Kronecker.... 286
Myxosporidies. — Les —.... 1082

N

Naval Architects. — Le Congrès des — à Paris en juin 1895.... 816
Navires de guerre. — Construction pratique des —.... 947
Nématodes. — Recherches sur l'organisation et le développement des —.... 602
Nicotinisme. — Le —. Étude de psychologie pathologique.... 14
Notices nécrologiques :
— Bayle.... 400
— Duchartre (Pierre).... 87
— Saporta (le marquis de).... 339
— Verneuil (A.).... 608
— Vogt (Carl).... 475
Nouveau-né. — La mort apparente du —.... 902

O

Œuvres complètes de Pasteur. — Publication des —.... 869
Opium. — Les alcaloïdes de l' —.... 187
Or. — L'avenir géologique de l' — et de l'argent. Conséquences économiques et sociales.... 362
Orge de brasserie. — Culture de l' — et du houblon en France.... 958
Origin of species. — Materials for the study of Variation treated with especial regard to discontinuity in the —.... 77
Ortie. — Traité scientifique et industriel des Plantes textiles, supplément au tome III : L' —.... 1059
Ortografe. — Notes sur l' — simplifiée.... 1020
Oscillations électriques. — Les —. Leçons professées pendant le premier trimestre 1892-1893 par M. H. Poincaré, rédigées par Ch. Maurin.... 983
Oxygène. — L' — est-il un corps simple?.... 361

P

Pain. — Le —. I. Physiologie, composition, hygiène. II. Technologie, pains divers, altérations.... 1060
Paléontologie. — Éléments de —, 2e partie.... 900
Parasites. — Les — des habitations humaines et des denrées alimentaires ou commerciales.... 1103
Pasteur (L.). — Souscription internationale pour ériger, à Paris, un monument à —.... 1029
Pathétique. — De l'origine du — et de la racine supérieure du Trijumeau.... 985
Pathologie de Madagascar. — Conditions sanitaires de Majunga à Tananarive. Hygiène du soldat et acclimatement du colon.... 745
Pathologie générale. — Les progrès de la —.... 974
Pêches maritimes. — L'état actuel de l'industrie française des —.... 109
Pendule. — Les études récentes sur le —.... 401
Perfectionnement animal. — Sélection et —.... 901
Péritonite aigue. — Note sur la — généralisée aseptique. Quelques considérations sur la bactériologie des suppurations péri-utérines.... 392
Péritonite tuberculeuse. — La — chez les enfants.. 189
Perspective. — La — en photographie.... 187
Phagocytose. — La — normale.... 586
Pharmacie. — Cours de —, t. II, C. Pharmacie chimique. 1er fasc. Médicaments chimiques appartenant à la Chimie minérale.... 603
Pharmacologie. — Traité de Thérapeutique et de —, suivi d'un Memento formulaire des médicaments nouveaux.... 351
Phénol. — Recherches sur quelques dérivés surchlorés du — et du Benzène.... 860
Phosphates. — L'industrie des — et superphosphates en France.... 1038
Photochromie interférentielle. — Manuel de —.... 565
Photogrammétrie. — Description et usage d'un appareil élémentaire de —.... 468
Photographie. — La — pour tous.... 77
— Cours théorique et pratique de —, t. II.... 187
— Dictionnaire synonymique français, allemand, anglais, italien et latin des mots techniques et scientifiques employés en —.... 860
Photographie des couleurs. — Idées nouvelles sur la —, d'après les derniers travaux de M. Otto Wiener. 609
— La —. Ses méthodes et ses résultats.... 1034
Phylloxera. — Sur la résistance au — des vignes américaines. Moyens de la mesurer.... 188
Physics. — A laboratory manual of — and applied Electricity.... 432
Physique. — La — au Congrès de Caen.... 160
— Revue annuelle de —.... 550
Placenta. — Le — des Carnassiers, d'après M. le Professeur Mathias Duval.... 993
Plane analytical Geometrie. — An introductory account of certain modern ideas and methods in —.... 348
Plantes a piquants. — Influence de l'état hygrométrique et de l'éclairement sur les tiges et les feuilles des —.... 985
Plantes textiles. — Traité scientifique et industriel des —. Supplément au tome III : L'Ortie.... 1059
Plantule. — La Récapitulation et l'Innovation en Embryologie végétale. Ontogénie de la —. Organogénie de la feuille.... 244
Poids moléculaire. — Guide pour la détermination du — par les méthodes cryoscopiques et ébullioscopiques de Beckmann (en allemand).... 984
Politique française a Madagascar. — La —.... 753
Prairies. — Les —; prairies naturelles, prairies de fauche.... 468
Procédés photographiques. — La théorie des —.... 600
Produits de forge. — État actuel du travail du fer et de l'acier :
1re partie : Forgeage et laminage.... 870
2e partie : Conditions géographiques et économiques de la production.... 917
Progrès de la Marine. — Revue annuelle des —.... 451
Propriétés magnétiques des corps à diverses températures.... 657
Propriétés magnétiques du fer. — Les — sont-elles influencées par des renversements fréquents de polarité?.... 385
Psychiatrischen Klinik. — Arbeiten aus der — in Breslau, Heft II.... 862
Psychologie physiologique. — Revue annuelle de —. 62
Psychothérapie.... 828
Pus et Suppuration.... 245

Q

Quadratischer Gleichungen. — Zur Formation —.... 825

R

Races malgaches. — Le monde malgache. — Géographie et aspect général de Madagascar. Le Sol, la Flore, les Forêts. Les — et leur civilisation.... 650
Rate. — La digestion tryptique des albumines et la sécrétion interne de la —.... 494
Raumlehre. — Ueber die Grundlagen und Ziele der —. 431
Rectum. — Chirurgie du —.... 567
Réfraction des gaz. — Étude expérimentale de la Dispersion et de la —.... 1021
Régénération des os et Résections sous-périostées.... 289
Résistances en électricité. — La mesure des petites —.... 36
Revue annuelle. — Agronomie.... 1008
— Anatomie.... 847
— Astronomie.... 380
— Chimie pure.... 780
— Chirurgie.... 937
— Géographie.... 620

— Géologie ... 1086
— Médecine ... 1049
— Métallurgie ... 177
— Physique ... 550
— Progrès de la Marine ... 451
— Psychologie physiologique ... 62
— Zoologie ... 271
Richesses minérales et métallurgiques. — Statistique générale des — de la France et des principaux États de l'Europe ... 949

S

Sablière. — Une — pour tramways ... 465
Saules têtards. — Florule adventive des — de la région lyonnaise ... 986
Sciences anatomiques. — Essai de classification méthodique des — ... 1103
Selle. — Gehirn und — ... 790
Sels d'aluminium. — Traitement électrolytique des —. 517
Sels isomorphes. — Sur les variations des propriétés optiques dans les mélanges de — ... 388
Sélection et perfectionnement animal ... 901
Séparateur. — Le — Sweet ... 429
Serrurerie. — Charpenterie metallique, menuiserie en fer et —. I ... 242
Sociétés africaines. — Les —. Leur origine, leur évolution, leur avenir ... 352
Somnambulisme. — Le — provoqué et la Fascination.. 986
Sonnerie électrique industrielle destinée aux endroits humides ... 75
Soudan français. — Question d'Afrique. — Le — ... 506
Soudure des rails. — Le retour du courant dans les lignes de tramways électriques et la — ... 980
Spectres électriques. — Les — ... 519
Steel Works analysis ... 826
Stéréochimie ... 467
Substances organiques. — Dictionnaire d'analyse des — industrielles et commerciales ... 432
Sucre. — Remarques sur l'Industrie du ... 235
— Traité de la fabrication du — de betteraves et de cannes ... 826
Sucrerie. — État de la — en France ... 204
— Évolution de la — ... 224
— L'unification des méthodes d'analyse dans les transactions de la — ... 908
Suif. — Remarques sur l'Industrie du — ... 425
Suifs. — L'Industrie des — comestibles et industriels.. 412
Superphosphates. — L'Industrie des phosphates et — en France ... 1038
Suppuration. — Pus et — ... 245
Suppurations péri-utérines. — Quelques considérations sur la bactériologie des — ... 392
Surfaces. — Leçons sur la théorie générale des — et les Applications géométriques du calcul infinitésimal. 3e partie : Lignes géodésiques et courbure géodésique. Paramètres différentiels. Déformation des surfaces (3e fascicule) ... 76
— Sur les — à génératrices rationnelles ... 1101
Syphilis. — La — des centres nerveux ... 950
Système nerveux. — Le — ... 350
— Contribution à l'étude du — sous-intestinal des Insectes ... 900

T

Taccacées. — Recherches sur l'anatomie de l'appareil végétatif des — et des Dioscorées ... 861
Teinturier. — La pratique du —. I. Les méthodes et les essais de teinture. Le succès en teinture. II. Le matériel de teinture ... 984
Théories chimiques. — Les nouvelles — ... 1021
Théorie des nombres. — Introduction à l'étude de la — et de l'Algèbre supérieure. Conférences faites à l'École normale rédigées et complétées par MM. E. Borel et J. Drach ... 131
Théorie du potentiel. — Sur les développements en séries dans la — ... 348
Thérapeutique. — Traité de — et de Pharmacologie suivi d'un memento formulaire des médicaments nouveaux ... 351
Thetafunctionen. — Untersuchungen über — ... 1058
Tissu musculaire. — Le — dans la série animale ... 407
Tænias. — Leçons cliniques sur les — de l'homme ... 79
Torpilleur en aluminium ... 786
Toxines. — Les — ; Mécanisme de leur action ... 24
Toxine charbonneuse. — Sur la — ... 1023
Traitement des bois. — Le — en France ... 133
Traitement des maladies par la Gymnastique suédoise. 758
Tramways. — Un nouveau système de — à conducteur souterrain ... 1099
Transformateurs. — Les transports de force et les — de grande puissance ... 516
Transmissions électriques. — Les — ... 74
— Les usines à — aux Etats-Unis ... 857
Transports de force. — Les — et les transformateurs de grande puissance ... 516
Travaux de laboratoire de M. Ch. Richet :
I. Système nerveux. Chaleur animale.
II. Chimie physiologique. Toxicologie.
III. Chloralose. Sérothérapie. Tuberculose. Défense de l'organisme ... 389
Trijumeau. — De l'origine du Pathétique et de la racine supérieure du — ... 985
Trolley. — Une nouvelle forme de — ... 185
Tuberculoses animales. — Les — ; leurs rapports avec la tuberculose humaine ... 434

V

Vaporisation. — Étude expérimentale de la — dans les chaudières de locomotives faites dans les ateliers du P. L. M. ... 243
Variations de la température. — Inscriptions des — des parois métalliques, des cylindres à vapeur ... 773
Végétation. — Recherches sur le rôle physiologique de l'eau dans la — ... 1022
Vertébrés. — Organes de nutrition et de reproduction chez les — ... 433
— Sur le mode de résistance des — inférieurs aux invasions microbiennes artificielles ... 640
Verrerie. — La — depuis vingt ans ... 389
Vin. — Le — et les Vins de fruits ... 39
Vinification. — L'état actuel de la — en Algérie et en Tunisie ... 141
— Etat actuel de la — en France ... 798
Vins de fruits. — Le Vin et les — ... 39
Vision. — La théorie chimique de la — ... 253
Voyageur au Congo. — Guide pratique hygiénique et médical du — ... 522

Z

Zahlentheorie ... 242
Zoologie. — La — au Congrès de Caen ... 170
— Revue annuelle de — ... 271

PARIS. — IMPRIMERIE F. LEVÉ, RUE CASSETTE, 17.

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 04469